

L'asphalte

Léon Malo

Materials of Engineering



L'ASPHALTE

SON ORIGINE, SA PRÉPARATION
SES APPLICATIONS



VUE D'UN ATELIER D'EXTRACTION

dans les mines d'asphalte de Seyssel.

LÉON MALO

L'ASPHALTE

SON ORIGINE, SA PRÉPARATION
SES APPLICATIONS

DEUXIÈME ÉDITION

*Entièrement refondue et mise au courant des derniers perfectionnements de l'industrie de l'*Asphalte

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, éditeurs
15, rue des Saints-Pères.

MAISON A LIÈGE, rue Lambert-Lebègue, 19.

1888

AVERTISSEMENT

La première édition de ce livre date de 1866. On devine ce que vingt-deux ans d'étude et de pratique ont dû apporter de modifications à une technologie aussi neuve et, nous croyons avoir le droit de l'ajouter, négligée des savants, comme l'a été celle de l'asphalte. Aussi notre ouvrage primitif est-il devenu caduc depuis longtemps; et, comme personne parmi les publicistes de la science industrielle n'a tenté de suppléer à cette insuffisance, il nous a bien fallu reprendre la plume pour écrire cette deuxième édition, dans laquelle nous nous sommes efforcé de comprendre tous les perfectionnements introduits et présentement en usage dans cette industrie aujourd'hui devenue si considérable en Europe et en Amérique.

Dans ce nouveau volume, où nous n'avons conservé d'ailleurs que peu de chose de la rédaction première, nous nous sommes appliqué à exposer d'une façon aussi détaillée que possible l'état actuel des méthodes d'extraction

ainsi que les plus récentes améliorations apportées à l'outillage et aux procédés d'application. Nous y avons reproduit en substance les divers travaux partiels que nous avons faits en ces dernières années sur la matière (1) et dont la publicité a été naturellement assez restreinte. Nous y avons ajouté enfin un certain nombre de documents intéressants pour les personnes qui, par profession ou par fonctions, sont appelées à s'occuper d'asphalte; documents dont quelques-uns sont dus à l'obligeance de personnes que nous remercierons tout à l'heure. Nous nous sommes proposé en un mot de faire de ce petit livre un traité, aussi clair, aussi court et cependant aussi complet que possible, de tout ce qui constitue présentement l'industrie de l'asphalte.

Par un inexplicable délaissement, qui ne se comprend guère en présence de la place chaque jour plus importante que cette indus-

(1) Notamment :

Une note *sur l'industrie de l'Asphalte en 1879* insérée dans les Annales des Ponts-et-Chaussées. — Cahier de Novembre 1789.

Une Conférence sur l'Asphalte, donnée au Conservatoire des Arts et Métiers de Paris le 14 novembre 1880.

Une communication faite à la Société des Ingénieurs civils dans sa séance du 6 octobre 1883 sur les *maçonneries asphaltiques*.

Une autre communication faite à la même Société dans sa séance du 20 février 1885 *sur les Voies asphaltées de Berlin*, etc.

trie a prise dans les travaux publics, les écrivains spéciaux manquent à sa technologie. Le ciment, le plâtre, la pouzzolane, tous les matériaux usuels ont trouvé leurs monographes parmi les ingénieurs les plus éminents. L'asphalte, lui, a dû se contenter de l'un des plus modestes d'entre eux, dont le seul mérite est dans la persévérance qu'il a apportée à son œuvre et la longue étude qu'il en a faite. C'est trop peu; les problèmes chimiques et géologiques profondément intéressants que soulève l'examen de l'asphalte veulent être résolus par de plus compétents. Il n'est pas indigne des savants de profession de découvrir et d'expliquer les lois de la formation de l'asphalte, les phénomènes qui, dans sa cuisson, modifient si singulièrement ses propriétés natives, les causes qui interdisent à ses imitations, même les plus identiques en apparence, de donner dans les travaux les mêmes résultats que lui, les moyens de discerner pratiquement ces imitations du produit naturel lui-même, et tant d'autres obscurités aussi utiles à éclaircir que celles de n'importe quelle autre matière de construction. Il ne convient pas certainement, dans un ouvrage de l'espèce de celui-ci, de mettre en avant notre mince personnalité; mais il doit paraître étrange que depuis tant d'années nous soyions resté à peu près le seul

spécialiste de l'asphalte. Privilège dont nous sommes plus embarrassé d'ailleurs que nous n'en tirons vanité; il n'y a pas grand mérite à être le premier, quand on est seul.

Nos précédentes observations sur ce sujet ne laissent pas toutefois d'avoir obtenu un résultat qui nous donne le droit d'espérer que l'on finira par accorder à l'asphalte un peu plus de la considération qui lui est due. Les grandes administrations de travaux publics, le Ministère de la guerre, les services du Génie, les Compagnies de chemins de fer ont, depuis quelques années, envoyé dans les mines d'asphalte des délégués pris parmi leurs ingénieurs ou leurs officiers les plus distingués, pour étudier sur ses lieux d'origine cet étrange produit resté si longtemps ignoré même de ceux qui l'employaient journellement. Nous avons eu le plaisir de servir de guide à la plupart d'entre eux et de leur donner les explications sommaires qui, reçues sur place, ne s'oublient plus. Il est à souhaiter que ce mode d'investigation s'élargisse et se multiplie; c'est le seul qui soit efficace et procure des notions durables.

Nous devons constater ici que, sans doute, par suite de cet abandon dont nous nous plaignions tout à l'heure, et aussi pour d'autres causes, exposées dans le cours de cet ouvrage,

par suite surtout des atteintes que lui portent ses imitateurs ou ses falsificateurs, l'asphalte a subi, à Paris principalement, des vicissitudes sous le poids desquels il a pensé succomber. Il n'est que juste de reporter aux Ingénieurs de la ville de Paris le mérite de l'avoir sauvé de la condamnation à mort qu'une partie de la population parisienne, et même quelques édiles, avaient inconsciemment prononcée contre lui.

Cette erreur judiciaire d'un nouveau genre, dont nous raconterons plus loin la bizarre histoire, c'est à l'Administration des travaux de Paris que l'asphalte doit de n'en avoir pas subi jusqu'au bout les conséquences. La suite a montré combien la Ville aurait eu à déplorer les effets de ce mouvement irréfléchi, s'il n'eût pas été enrayé à temps. Parmi ceux auxquels l'on doit la conservation de ce que nous croyons être, pour le Paris central, la chaussée de l'avenir, il faut citer en première ligne M. Alphand, dont la volonté, quand il s'agit des intérêts de la ville qu'il a faite, ne cède pas facilement aux influences incompétentes du dehors; il l'a montré en cette circonstance. Puis M. le Directeur de la Voie publique, Allard, qui l'a vaillamment secondé dans cette résistance à un moment où elle n'était pas sans quelques ennuis. Puis M. l'Ingénieur en

chef de Tavernier, qui s'est fait, dans l'Administration des travaux de la Ville, le spécialiste de la question, en parcourant les principales mines de l'asphalte dont il a rapporté, même des moins accessibles comme celles de Sicile, une étude approfondie. Nous avons qualité pour certifier, ayant entrepris nous-même plusieurs fois cette dernière expédition, que, si M. de Tavernier a fait là un fructueux voyage d'étude, il n'a certes pas fait un voyage d'agrément. Il nous sera permis de donner ici un souvenir de gratitude au regretté M. André qui, lui aussi, avait reconnu tous les avantages que la Ville de Paris devait retirer de l'application judicieuse et étroitement surveillée de l'asphalte. Nous serions trop long si nous voulions citer tous les noms qui viennent au bout de notre plume ; mais nous pouvons dire d'une manière générale que, si la capitale jouit encore du bienfait de la chaussée saine, propre et insonore par excellence, c'est à la sagesse et à la fermeté de son Corps d'ingénieurs qu'elle le doit.

Nous ne saurions achever cette préface sans remercier vivement les personnes à l'obligeance desquelles nous devons plusieurs des documents qui terminent ce volume. D'abord M. le colonel Haywood, l'éminent ingénieur de la Cité. l'Alphand de Londres, qui non

content de nous communiquer ses rapports officiels, a bien voulu nous renseigner d'une façon officieuse sur le rôle considérable joué par l'asphalte dans ses grands travaux de voirie. Puis MM. Durand-Claye directeur et Debray directeur-adjoint du Laboratoire des Ponts-et-Chaussés, qui se sont prêtés avec la plus grande bienveillance aux essais de compression et d'écrasement dont les résultats sont consignés dans nos *Documents*. Enfin M. Deval chef du Laboratoire de la direction des Travaux de Paris, qui a mis très obligeamment à notre disposition, et son concours pour d'autres essais du même genre, et ses connaissances de chimiste habile pour des recherches et des analyses destinés à élucider notre sujet.

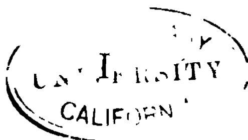
Encore un seul mot de l'auteur, *pro domo suâ*.

La date que nous allons écrire au-dessous de ces lignes est, jour pour jour, le trentième anniversaire de celle où nous avons pris en mains la direction des Mines de Seyssel. On pardonnera en faveur de cette longue possession, qui atteindra bientôt la durée du tiers d'un siècle, la complaisance que nous mettrons à donner pour exemples les exploitations et installations que nous y avons créées. C'est de là, en effet, que sont sortis, empruntés avec plus où moins de sans gêne, la plupart des

méthodes et une grande partie de l'outillage spécial en usage aujourd'hui dans l'industrie de l'asphalte. On ne s'étonnera donc pas de trouver dans ce livre une tendresse particulière pour un établissement que nous sommes, par sentiment, porté à présenter comme un modèle, et dont les perfectionnements ont été trop souvent et trop manifestement imités pour ne pas rendre véniel le péché d'amour-propre dont nous sollicitons à l'avance l'absolution.

L. M.

1er juin 1888



ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DE L'ASPHALTE

Peu de matériaux de construction ont fourni une carrière plus accidentée que l'asphalte. On verra dans le cours de ce volume quelles furent ses origines, quelles vicissitudes il a subies, quelles crises il traverse encore aujourd'hui. Dans un précédent ouvrage, publié il y a plus de vingt ans, nous avons exposé les principes et décrit les procédés de son industrie. Ce livre, maintenant distancé par les progrès réalisés depuis son apparition, faisait déjà pressentir l'évolution qui s'accomplit à l'heure qu'il est dans l'exis-

tence de l'asphalte. Il était aisé en effet, dès cette époque, de deviner qu'après avoir si laborieusement gagné son droit de cité dans les travaux publics, l'asphalte, une fois la place conquise, serait dépouillé et contrefait par les parasites qui cherchent à vivre de sa réputation en la compromettant. Cela était prévu ; cela est arrivé.

Cette évolution sera décrite plus loin avec les détails qui conviennent. Mais, avant d'entrer dans la partie purement technique du sujet, il nous a paru opportun d'exposer ici, en quelques lignes, la situation dans laquelle se trouve présentement l'industrie de l'asphalte et quelle destinée lui ont faite les circonstances auxquelles nous venons de faire allusion.

Comme on le sait déjà, et ainsi qu'il sera expliqué par la suite, la prospérité première de l'asphalte lui vint de son application aux trottoirs des grandes villes. Ce furent les premiers trottoirs bitumineux, exécutés en 1838, c'est-à-dire à une époque où la voirie parisienne en était encore à ses rudiments, qui le « lancèrent ». Nous dirons ailleurs les

extravagances financières qui s'en suivirent. Depuis, le trottoir en asphalte n'a cessé de se répandre et aujourd'hui, « asphalte » et « trottoir » sont devenus deux mots presque synonymes.

Plus tard, une autre application de l'asphalte (celle-ci ne date guère que d'une trentaine d'années) vint ajouter à sa réputation ; ce sont les chaussées dites d' « asphalte comprimé. »

Tels sont les deux principaux emplois (nous verrons qu'il en a bien d'autres maintenant) qui, peu à peu, ont fait de l'asphalte, depuis trente ans, un des matériaux les plus précieux, nous pourrions dire les plus indispensables, qui soient en usage dans les travaux publics. En effet, il est difficile désormais de concevoir que la voirie d'une grande ville européenne puisse s'en passer et si, par impossible, ses sources de production venaient à tarir, on ne saurait guère, pensons-nous, par quoi le remplacer.

Mais, comme nous le disions tout à l'heure une pareille prospérité ne pouvait aller sans que la plaie de la contrefaçon vint entraver ses succès.

Dans un des chapitres suivants nous traiteront avec les développements qu'il comporte ce grave chapitre des imitations de l'asphalte; imitations dont l'influence sur la bonne façon des travaux publics est devenue, à la lettre, désastreuse. Mais en consacrant ces premières lignes à l'exposé de « l'état actuel de l'industrie asphaltique » nous devions, avant toutes choses, signaler ce fait que, maintenant, ce qui la domine, c'est la contrefaçon.

Il faut dire, et notre compétence de trente années dans la matière nous autorise, pensons-nous, à faire une telle déclaration sans que personne en soit froissé, il faut dire que les administrations publiques, qui sont cependant les plus intéressées à éloigner le péril, s'en font la plupart du temps les propagateurs involontaires. Celles de ces administrations qui n'ouvrent pas la porte toute large à l'invasion des produits factices la laissent presque toujours entrebaillée, de façon à laisser les matières interlopes y passer sans difficulté.

Pour parler sans métaphore, nous pouvons résumer ce qui précède en disant qu'aujourd'hui, faute sans doute de pouvoir exercer un

contrôle efficace sur la qualité de la matière, les administrations, et à plus forte raison les particuliers, n'ont plus qu'un objectif, le bas prix; méconnaissant une fois de plus cette vérité, si souvent et si malencontreusement oubliée, qu'il n'y a parfois rien de plus cher que le bon marché.

Nous dirons dans le chapitre consacré aux imitations de l'asphalte, par quels moyens ingénieux et variés les imitateurs parviennent à donner le change sur la nature de leurs produits et à les faire accepter pour véritable asphalte ; nous ne voulons, ici, que constater cette phase, non pas nouvelle, mais considérablement élargie que, traverse notre industrie. C'est un danger qui devait être montré du doigt dès les premières pages d'un livre comme celui-ci ; car, en se désintéressant comme on le fait de la qualité du produit pour ne s'inquiéter que de son prix on ne tend pas à moins qu'à diminuer insensiblement la durée moyenne des applications et à détruire, par conséquent, dans un délai donné, tous les avantages de l'un des plus utiles auxiliaires de l'embellissement et de la viabilité des villes.

La ville de Paris, grâce à la puissante organisation de son service de voirie, a pu se défendre avec quelque efficacité contre le péril que nous signalons ; encore n'y-a-t-elle pas toujours réussi, par suite de circonstances que nous rapporterons. Mais, les administrations moins pourvues de personnel et de moyens de contrôle, ne luttent pas aussi aisément. Quelques-unes se sont confessées vaincues. Il n'y a pas longtemps que le préfet du Nord envoyait aux administrations municipales de son département une circulaire dans laquelle il les prémunissait contre l'emploi de l'asphalte. La ville de Lille en ayant fait une fâcheuse expérience, le préfet croyait devoir engager les maires des autres villes à se méfier d'un produit qui donnait d'aussi décevants résultats. Ce magistrat, qui doit aller cependant quelquefois à Paris, aurait pu s'apercevoir que l'asphalte de bonne qualité et bien appliqué n'est pas sans y résister à une circulation auprès de laquelle celle des rues de Lille peut passer pour médiocre. Il se serait peut être alors avisé que les trottoirs asphaltés de Lille n'étaient pas en asphalte mais en imitation d'asphalte.

Ce que nous disons des trottoirs peut dans une certaine mesure s'appliquer aux chaussées. Mais ici le champ est plus restreint.

D'abord les chaussées en asphalte n'ont été jusqu'à cette heure construites que dans les ville d'une certaine importance, où le contrôle est actif et organisé de façon à ne pas laisser un accès facile à la fraude. Ensuite, ainsi qu'on le verra par la suite, la contrefaçon de l'asphalte dans l'établissement des chaussées n'est pas aussi aisée que dans celui des trottoirs. Cependant, nous expliquerons (car l'asphalte ne doit pas porter la peine de ce péché, qui fut le fait de ses parasites et non le sien), comment, il y a quelques années, la ville de Paris elle même, en dépit des précautions parfois draconiennes dont sont si abondamment pourvus ses cahiers des charges, fut victime d'une de ces surprises, que son budget n'a pas encore oubliée.

Les autres applications de l'asphalte, ont, elles aussi, leurs imitations ; nous les étudierons à leur place, chemin faisant, le long de ce travail.

L'état actuel de l'industrie de l'asphalte pourrait donc se résumer en ces mots :

L'asphalte est une matière désormais indissolublement liée aux nécessités de la viabilité des villes. Il a pris hors de France, à l'exemple de ce qui s'est fait en France depuis trente ans, un développement extraordinaire. Toutes les capitales européennes avec plus ou moins d'empressement l'ont successivement adopté dans leur voirie et des considérations budgétaires, nées de la crise dont souffre l'Europe entière, limitent seuls aujourd'hui ses développements.

Mais la prospérité de son industrie est de plus en plus entravée par l'invasion des produits suspects et des producteurs sans scrupules, qui se sont emparés du marché à la faveur du bas prix de leurs ingrédients et de la difficulté de les distinguer des produits authentiques.

Cet état maladif d'une industrie dont la prospérité et la sincérité importent tant à la correction des travaux publics, a pour cause dominante l'ignorance ou l'on est généralement de la nature de l'asphalte, des conditions nécessaires a sa bonne qualité et des dangers que court celui, ingénieur, architecte,

administrateur public, qui ne s'applique pas a discerner le bon grain de l'ivraie.

C'est à aider à ce discernement qu'est destiné ce petit livre. On y trouvera croyons-nous les causes du mal et son remède, en même temps qu'on y apprendra dans ses moindres détails la technique complète de cette industrie spéciale ; technique améliorée, perfectionnée sans relâche depuis trente ans et qui paraît être presque arrivée à son point final de maturité et de stabilité.

Depuis que la première édition de ce livre a paru, non seulement de nombreuses modifications ont été apportées au matériel et à l'outillage de production de la matière, mais de nouvelles mines ont été découvertes ou mises en exploitation ; d'autres, appréciées sur les travaux, se sont épuisées, ou ont décru de qualité ; les méthodes d'application elles-mêmes ont varié et l'expérience a découvert dans leur emploi des faits ignorés dont on a dû tenir compte. Il en est résulté que nombre de prescriptions insérées aux cahiers des charges d'après les indications de la première heure ont dû être, ou changées, ou supprimées. Dans quelques uns seulement, elles

ont été maintenues par habitude, mais elles ne tarderont pas, sans doute, à disparaître.

Nous avons signalé tout à l'heure le rôle important que joue depuis vingt-cinq ans dans la voirie des grandes villes la chaussée en asphalte comprimé. Son étude fera l'objet d'un chapitre spécial de ce livre. Nous signalerons seulement ici en quelques lignes, la place considérable que le système a pris dans l'embellissement et dans l'assainissement des grandes villes d'Europe.

Paris fut, comme nous l'avons dit, le théâtre de ses premiers pas et le champ d'expérience où sa technique fut étudiée et fixée. Londres commença vers 1870 à l'appliquer dans la Cité (1) où, en quelques années, il prit une extension considérable. Presque toutes les grandes rues centrales y sont aujourd'hui pavées en asphalte, à l'exclusion du bois, précédement employé et supprimé, depuis par raison d'hygiène (2). L'asphalte du Val de Travers y fut le premier introduit ; puis celui

(1) Voir aux *Documents*, à la fin du volume, les notes du colonel Haywood sur ce sujet.

(2) Voir aux *Documents*.

de Ragusa (Sicile) seul ou mélangé à la roche de Seyssel. Aujourd'hui l'expansion du système devient énorme et tend à faire de la Cité un réseau entièrement asphalté.

A Berlin, où l'asphalte comprimé pénétra vers 1876, on compte déjà plus de 500,000 mètres carrés de chaussées de ce système. Là aussi le pavage en bois a dû lui céder la place.

A Vienne, à Jassy, à Bruxelles, il occupe également une place plus ou moins importante qui tend à s'agrandir indéfiniment.

Nous avons dit en quelques lignes par suite de quel incident son essor s'est trouvé entravé pendant plusieurs années à Paris. Nous expliquerons ailleurs comment la loi, parfois dangereuse, de l'adjudication au rabais a permis à des industriels peu consciencieux de s'emparer de l'entreprise de l'asphalte et d'infester les chaussées de la capitale de produits qui n'avaient d'asphalte que le nom qu'on leur en avait effrontement donné. Le résultat de cette erreur, subie, bien plus que commise par l'administration municipale, on l'a vu depuis cinq ou six ans; on le verra encore dans certaines rues jusqu'à ce que les res-

sources budgétaires aient permis de remplacer les matières suspectes par de véritable asphalte et de faire disparaître les dernières traces de cette vaste malfaçon. C'est à quoi s'applique présentement l'administration de la voirie. Il est à craindre que la mauvaise impression laissée dans l'esprit du public par cette déplorable aventure soit moins facile à effacer.

L'état actuel de l'industrie de l'asphalte en France porte injustement le poids de la méfiance que cette fausse manœuvre à inspirée à la population parisienne. Le pavage en bois lui, naturellement, en a bénéficié. Nous n'avons aucun parti pris contre le pavage en bois et nous croyons que, limité à des usages que nous étudierons plus tard, il peut rendre de grands services à la voirie parisienne; mais, il est un terrain sur lequel en aucun cas il ne peut se mesurer avec l'asphalte, c'est celui de l'hygiène. Lorsque l'asphalte comprimée sera remis de la secousse dont nous avons tout à l'heure rapidement indiqué l'origine et les suites, il est certain que le pavage en bois devra lui céder la place dans toutes les voies où la nature

spongieuse de ce dernier pourrait devenir un producteur de mauvais air et, à l'occasion, un auxilliaire d'épidémie. Mais il faut, pour cela laisser au temps le soin de faire cesser, et le délaissement immérité dont l'un a été victime, et le dangereux engouement dont l'autre est encore l'objet.

Enfin, pour achever l'énoncé des principales innovations survenues dans l'industrie de l'asphalte en ces vingt dernières années, nous mentionnerons les applications de l'asphalte aux constructions sous forme de maçonnerie.

On trouvera au VIe chapitre de ce livre tous les détails techniques relatifs à ce sujet spécial; nous signalerons seulement que, depuis quelques mois, le système a prit un essor considérable, surtout en ce qui concerne les fondations asphaltiques destinées à supprimer les trépidations produites par les machines. L'incendie de l'Opéra-Comique, en multipliant les installations d'appareils pour la production de la lumière électrique, a créé des besoins nouveaux et nombreux. Les moteurs et machines devant être, pour la plupart, établis dans les sous-sols de maisons habi-

tées, la suppression des vibrations causées par ces machines est devenue une nécessité capitale à laquelle le nouveau système a très heureusement donné satisfaction.

Le nombre des applications de l'asphalte sous ses diverses formes s'est donc notablement accru depuis que la première édition de ce livre a paru. Dans ce rapide exposé de l'état actuel de son industrie nous avons voulu montrer seulement l'intérêt qui s'attache de plus en plus à son étude et paraît prêter à ce nouveau livre une certaine opportunité. Ces applications iront d'ailleurs se multipliant à mesure que la matière sera mieux connue. Il n'en est pas croyons-nous de plus riche en développements futurs dès qu'on voudra se donner la peine de s'en occuper.

II

ORIGINE ET CARACTÈRES DE L'ASPHALTE

1° DÉFINITION

Avant de commencer l'étude qui fait l'objet de ce livre, il importe de définir clairement son sujet. Car l'usage a introduit, entre les mots *asphalte* et *bitume* une si singulière et si persistante confusion qu'il n'est plus possible d'en parler sans risquer une équivoque. Nous croyons donc indispensable de leur restituer à chacun, dès ces premières lignes, leur signification exacte.

On nomme BITUME un corps minéral d'un beau noir brillant, à reflets légèrement rou-

geâtres, solide à basse température, ductile, quand on le chauffe un peu ou qu'on le roule pendant quelques minutes entre les doigts ; liquide vers 50° ; relativement fixe, puisque, maintenu pendant plusieurs heures à une température de 200 à 250° il perd à peine 1 °/ₒ de son poids. Sa densité égale à peu près celle de l'eau.

On appelle ASPHALTE, un carbonate de chaux parfaitement pur, imprégné *naturellement* et intimément, par un phénomène géologique, sur lequel nous reviendrons plus tard, du « bitume » dont nous venons de parler.

Ainsi, il demeure bien entendu que le *bitume* est simplement la matière qui, ayant imprégné naturellement le calcaire, a, ainsi, produit l'*asphalte*. De même, par exemple, que la nitro-glycérine est la matière imprégnante de la dynamite. Il est essentiel que le lecteur fixe dès à présent cette idée dans son esprit afin d'éviter tout malentendu dans l'étude que nous allons entreprendre.

Nous croyons devoir insister sur cette double définition, parce que l'usage de certains travaux à laissé donner le nom de *bitume* à l'asphalte *coulé* dont on fait les

trottoirs. On dit couramment « fouler le bitume du boulevard ». Plusieurs cahiers des charges, celui des Travaux de Paris par exemple, ont consacré, avec l'autorité qui s'attache à un tel document, cette locution vicieuse. Cette consécration ne doit pas prévaloir contre la classification scientifique et logique des produits qui nous occupent.

La comparaison entre l'asphalte et la dynamite n'est toutefois exacte que dans une certaine mesure ; car, tandis que, chez celle-ci, la matière imprégnante a été introduite artificiellement dans la matière imprégnée par un procédé purement industriel, dans l'asphalte, au contraire, le bitume a pénétré de lui-même, par l'effet d'une force naturelle, dans des circonstances remarquables dont nous parlerons plus loin. Pour le moment ce qu'il convient surtout de retenir c'est que l'asphalte est un produit naturel, dont nulle imitation de main d'homme ne peut reproduire les qualités propres ; on en rencontrera des preuves répétées tout le long de cet ouvrage.

L'*asphalte* de bonne qualité présente l'aspect d'une roche tendre par la température

de l'été, dure pendant l'hiver; à grain fin, couleur de chocolat foncé, parfois tigrée noir et brun. Vers 50° on 60° elle se laisse écraser entre les doigts. Exposée pendant quelques heures à un soleil ardent, elle tombe d'elle-même en une poussière brune et onctueuse.

Quand on l'examine au microscope, on reconnaît que cette roche est formée de petits grains de calcaire très fins recouverts chacun d'une mince pellicule de bitume et agglutinés entre eux par l'intermédiaire de cette pellicule. Si l'on chauffe un petit morceau de cette matière, le bitume qui lui sert de ciment se ramollit et perd sa force agglutinante; les molécules se décollent, se séparent et s'éparpillent en une poussière rappelant la couleur du chocolat foncé.

Si, tandis quelle est encore à la température de 80° ou 100°, on ramasse cette poussière et si on la comprime énergiquement dans un moule, elle reprend par le refroidissement sous sa nouvelle forme sa consistance première. On peut d'ailleurs répéter indéfiniment la même expérience sur la même matière qui, chaque fois, se ramollira par la chaleur et tombera en poussière; puis, com-

primée de nouveau, reprendra par le refroidissement sa dureté primitive.

Nous verrons plus loin que cette singulière propriété a donné naissance au système de chaussée aujourd'hui si répandu dans toute l'Europe et connu sous le nom d'*asphalte comprimé*.

L'élément essentiel de l'*asphalte* est donc, comme il vient d'être expliqué, le *bitume*.

Ce bitume se rencontre dans la nature sous des formes diverses qu'il est nécessaire d'indiquer dès ce moment, afin de bien fixer dans l'esprit du lecteur l'identité et la différence des deux matières trop souvent confondues l'une avec l'autre. Nous représenterons dans le tableau ci-après les différentes formes sous lesquelles le *bitume* utilisable industriellement apparaît dans la nature.

Au risque de nous répéter, nous insisterons, ici et plus loin, sur la description de l'asphalte naturel, en raison de l'importance que nous attachons à ce que son identité soit bien connue avant d'entrer dans l'étude de ses usages.

Couleur. — La couleur de l'asphalte de bonne qualité est celle du chocolat très foncé,

TABLEAU SYNOPTIQUE

Des principales manifestations du bitume

BITUME	1° A l'état natif.	Bitume libre surnageant sur la mer Morte » » existant en amas souterrains et expulsé naturellement à la surface. (Fontaine de Poix, près Clermont-en-Auvergne). Bitume libre provenant des suintements de roches imprégnées, tels que les gisements de Chiéti en Italie et quantité d'autres.	
	2° Mélangé à une gangue terreuse	Bitume du Mexique.. » de Cuba. ... » de Trinidad.	Eruptions lentes et permanentes de bitume mélangé à environ 30 0/0 d'argile et 30 0/0 d'eau.
	3° Mélangé à des sables	Bitume de Basteenne » de Pyrimont	Mélangé à des sables quartzo-calcaires.
		» d'Auvergne...	Mélangé à des sables quartzeux.
	4° Imprégnant des calcaires purs (ASPHALTE)	Asphalte de Seyssel (France). » du Val-de-Travers (Suisse). » de Ragusa (Sicile). » de Chiavaroche (Hte-Savoie), etc.	

approchant du noir; sa cassure ressemble également à celle du chocolat; elle est grenue et irrégulière, sans aucun plan de clivage; différente, suivant qu'elle est opérée dans le sens de la stratification ou normalement à ce sens; plus foncée et plus farineuse dans le premier cas, plus sèche et plus claire dans le second. Les diverses mines ont chacune leur ton particulier, mais toujours dans la gamme des teintes chocolat, clair ou foncé.

Consistance. — L'asphalte varie de consistance selon la température; très dur et sonore par le froid, il se ramollit dans la chaleur jusqu'à tomber en poussière si la température dépasse 50 ou 60 degrés. En hiver, il se brise facilement au marteau, comme le calcaire ordinaire; en été, il se ramollit, s'aplatit et se met en pâte sous le choc.

Poids spécifique moyen, 2,235.

Structure. — La structure de l'asphalte varie avec les gisements. Nous examinerons dans une autre partie de l'ouvrage la structure propre à chacune des principales mines exploitées. Voici comment on pourrait décrire

celle d'un échantillon présentant les meilleures conditions possibles :

Le grain est fin, homogène; l'aspect des cassures, qu'elles soient pratiquées parallèlement ou normalement au sens de la stratification, est sensiblement le même; quelquefois, la roche est tigrée, c'est-à-dire qu'elle est parsemée de taches un peu moins foncées que le fond, et ces taches sont exactement disposées de façon à rappeler le pelage du tigre; d'autres fois, elle renferme nombre de coquilles de 1 à 3 millimètres de diamètre, remplies de cristaux de carbonate de chaux imprégnés de bitume comme le reste. Souvent ce sont de gros cristaux rhomboëdriques présentant des plans de clivage apparents, de 1 à 2 millimètres de côté, toujours imprégnés. Toutes ces variétés constituent d'excellent asphalte, à la condition que les diverses parties en soient complétement pénétrées de bitume.

Les mauvaises qualités se reconnaissent aux caractères suivants :

Tantôt la roche est régulièrement imprégnée, mais la teneur en bitume descend au-dessous de 4 ou 5 °/₀ ; alors l'exploitation en

est onéreuse. Tantôt le calcaire est dur et fendillé à l'infini, de façon à former des grains microscopiques; le bitume s'est faufilé dans les fentes qu'il a remplies, de façon que lorsqu'on brise un morceau de ce minerai, la cassure présente l'aspect noir-brun des bonnes qualités ; mais si on le broie, ou si on l'examine au microscope, on reconnaît que l'imprégnation apparente n'est qu'un suintement extrêmement divisé. On trouve en Auvergne des échantillons nombreux de cette variété. Quelquefois le calcaire, tout en paraissant très riche en bitume, contient des éléments argileux qui, ne pouvant être pénétrés comme le carbonate de chaux auquel ils sont mélangés, rompent l'homogénéité et, souvent, sont la cause des fissures qu'on remarque sur beaucoup de trottoirs; rien n'est plus facile que de constater la présence de l'argile. Quelques gisements de calcaire bitumineux renferment avec leur bitume un principe huileux qui les rend trop gras et nuirait à la consistance du mastic asphaltique : on débarrasse le minerai de cette huile par une distillation, mais ce ne peut être sans inconvénients pour la valeur de la matière ainsi obtenue.

Lorsqu'une roche asphaltique a été exposée au contact de l'air pendant un certain temps, le bitume d'imprégnation est desséché à sa surface, sur une épaisseur d'un cinquième à un quart de millimètre, à peu près. Cette dessiccation, due à une évaporation lente du bitume, suffit pour décolorer l'asphalte, au point qu'il ne présente plus aucune différence d'aspect avec le calcaire blanc ordinaire; il faut le briser pour reconnaître qu'il est noir à l'intérieur. Cette évaporation du bitume ne se propage jamais à plus d'un demi-millimètre de profondeur. On a pu s'en convaincre sur des blocs extraits depuis plus de soixante ans et qui, laissés sur le carreau de la mine, étaient devenus parfaitement blancs à leur surface.

Moyennant les indications qui précèdent, il sera facile à tout le monde de distinguer les bonnes des mauvaises qualités de l'asphalte. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin, avec détails, sur ce sujet important. Quelques administrations exigeaient encore récemment que le mastic asphaltique fût fabriqué sur le lieu même d'emploi, et que la roche y fût apportée en nature. Cette précaution, à

peu près abandonnée aujourd'hui, était prise pour éviter l'invasion des produits factices sur les travaux. Grâce à la marque de fabrique généralement adoptée par les administrations de travaux publics et plus ou moins rigoureusement exigée par elles, on a pu limiter dans une certaine mesure l'invasion de la contrefaçon. Nous traiterons cette question, avec des développements spéciaux, dans un autre chapitre.

3° HISTORIQUE

La découverte et l'emploi de l'asphalte remontent à la plus haute antiquité. Les constructions de l'ancienne Egypte, les ruines assyriennes et babyloniennes en portent des traces nombreuses.

L'asphalte y est appliqué non seulement comme revêtement, mais aussi et surtout comme ciment.

Le docteur d'Eyrinis, professeur grec, inventeur de la mine du Val-de-Travers, auteur d'un opuscule publié en 1721, affirme, dans son enthousiasme, que l'arche de Noé

en était revêtue; il cite, à l'appui, ce verset de la Genèse (1) : *bituminabis eam bitumine,* et cet autre (2) : *et asphaltus fuit eis vice cimenti;* il induit de la proximité de la mine de Sidim que les tours de Babylone étaient, du haut en bas, cimentées en asphalte.

On pouvait, jusqu'à ces dernières années, regarder une pareille affirmation comme appartenant au domaine de la fantaisie. Le docteur d'Eyrinis ayant enseigné que l'asphalte n'était pas seulement un précieux élément de construction, mais aussi un remède souverain contre la goutte et les punaises, ne devait pas être pris au sérieux. Cependant, nous avons voulu nous rendre compte de ce que ces hypothèses pouvaient avoir de fondé; il y a déjà vingt ans, nous avons commencé sur ce sujet une série d'études et d'expériences qui dure encore et d'où nous avons tiré la certitude que les usages de l'asphalte, constatés par les citations bibliques rapportées plus haut, doivent être tenus pour parfaitement vraisemblables. On trouvera plus

(1) Chap. VI, verset 14.
(2) Chap. XI, verset 3.

loin, chap. VI, les développements concernant ce sujet.

La trace de l'asphalte se perd ensuite ; il n'en est plus question dans l'œuvre gigantesque des Romains ; le ciment absorbe tout.

C'est seulement au commencement du dix-huitième siècle que l'asphalte reparaît. Le docteur Eyrini d'Eyrinis, en faisant dans le Val-de-Travers (canton de Neufchâtel, en Suisse) quelque excursion géologique, découvrit, en 1710, un gisement d'asphalte qui lui parut être de même nature que ceux d'Orient. Il expérimenta et reconnut que c'était effectivement du calcaire imprégné de bitume, donnant par la cuisson un mastic semblable au ciment babylonien.

L'admiration du docteur d'Eyrinis pour sa découverte n'eut pas de bornes ; il la tint aussitôt pour une panacée universelle et il n'est pas d'application, si excentrique qu'elle fût, dont il ne lui fit honneur. En mettant de côté les exagérations, on trouve dans l'opuscule de d'Eyrinis le germe des principaux usages que l'on fit plus tard de l'asphalte, sauf cependant celui qui devait être son plus grand succès, le trottoir.

En 1838 furent établis, à Paris, les premiers trottoirs asphaltés. A cette époque une mine française, Seyssel, disputait déjà le pas au Val-de-Travers. L'avénement des trottoirs en asphalte fut pour elle le signal d'une prospérité tellement excessive que, suivant le sort ordinaire de ces exagérations, des catastrophes financières s'ensuivirent promptement. Comment il arrive souvent aux grandes innovations industrielles, celle-ci tomba entre les mains de spéculateurs qui, laissant de côté ses résultats pratiques et utiles, songèrent uniquement à exploiter l'engouement dont elle devint l'objet. Des sociétés furent formées qui purent, en quelques mois, faire monter leurs actions de 500 fr. à 13,000 fr. ! Est-il besoin d'ajouter que la chute suivit de près cette élévation scandaleuse du cours ? Quelques mois après, les actions de 13,000 fr. s'offraient à 25 fr.

Certes, l'introduction de l'asphalte dans les trottoirs est une des plus heureuses applications de l'industrie à l'embellissement des villes et au bien-être public, mais ses mérites incontestables ne pouvaient justifier un aussi exorbitant accroissement de valeur ;

pendant fort longtemps, l'asphalte s'est ressenti des sinistres financiers dont il a été la cause innocente, et si depuis une trentaine d'années, il a repris, honnêtement cette fois et dans des limites avouables, sa place parmi les affaires industrielles prospères, c'est que l'industrie sérieuse s'en est emparée et l'a soustrait aux entreprises de la spéculation pour n'en exploiter que le côté purement technique.

A l'heure qu'il est, l'asphalte est en possession de fournir des trottoirs aux principales villes de l'Europe. La ville de Paris, notamment, n'admet pas d'autre système pour la plupart de ceux qui appartiennent exclusivement à l'autorité municipale, et, comme on le verra dans un autre chapitre (1), il s'est emparé d'une portion considérable des chaussées des grandes capitales de l'Europe. Il est aujourd'hui, sous l'une et l'autre forme, l'un des plus précieux éléments d'embellissement et d'assainissement des grandes villes.

(1) Chapitre III.

4° FORMATION PROBABLE DE L'ASPHALTE

On est fort indécis sur les circonstances dans lesquelles s'est formé l'asphalte. Les traités de géologie sont muets sur ce point, et les hypothèses plus ou moins risquées qui se sont produites à ce sujet sont tellement contradictoires et appuyées sur des faits si incertains ou des raisonnements si défectueux, que, provisoirement, le mieux est de rester dans le doute. Nous nous abstiendrons d'ajouter notre système à tous ceux qui ont été déjà mis en avant ; nous nous bornerons à exposer le résultat de nos observations, sans en tirer de conclusion, nous réservant de traiter dans un travail spécial cette question dont la solution, à cause de son caractère hypothétique, ne doit pas trouver place dans un traité pratique comme celui-ci.

Un premier point à déterminer serait l'âge exact de l'asphalte. Des faits d'observation, il résulterait que la date de l'imprégnation est antérieure aux dernières perturbations de la croûte terrestre. En effet, si l'on examine certaines parties du gisement de Seyssel.

dans lesquelles l'imprégnation est incomplète, c'est-à-dire où des portions seulement du banc de calcaire sont bitumineuses, on observe que toutes les parties blanches sont fendillées à l'infini, tandis que les parties, en forme de lentille, qui sont imprégnées de bitume ont un aspect compact et sont sans aucune fissure. Si l'imprégnation était postérieure au soulèvement des couches jurassiques, tout serait également fendillé. Il est à supposer, au contraire, qu'au moment de ce cataclysme l'imprégnation étant déjà effectuée, les parties imprégnées, rendues, par la présence du bitume, plus élastiques que les autres, se sont prêtées au mouvement, tandis que le calcaire blanc plus rigide a été broyé et fissuré. Tous les bancs réguliers d'asphalte sont d'ailleurs exempts de ces fendillements, et ne présentent d'autres fissures que de grandes failles se rapprochant de la verticale ; au contraire, les bancs de calcaire exempts d'imprégnation qui leur sont supérieurs ou inférieurs, présentent tous les fendillements dont nous venons de parler.

Ce point acquis, l'imprégation est-elle contemporaine du phénomène de sédimentation

auquel est due la formation du terrain jurassique? On peut, sans se hasarder, affirmer que non; cette hypothèse ne serait admissible que dans le cas où l'on pourrait supposer que le bitume fût soluble dans le liquide qui tenait en suspension le calcaire ; mais ce liquide était évidemment de l'eau, et l'eau ne dissout pas le bitume.

L'imprégnation est donc postérieure à l'époque du dépôt jurassique ; on peut ajouter qu'elle est postérieure aussi à la formation des molasses vertes du terrain tertiaire, puisque les molasses sont imprégnées de bitume dans les mêmes conditions que le calcaire ; mais elle est antérieure au dernier soulèvement; ces deux limites sont les seules qu'on puisse poser avec quelque certitude.

Maintenant, quel a été le mode réel d'imprégnation? Ici l'indécision augmente et l'hypothèse prend son champ. Sans vouloir rien affirmer qui puisse engager notre opinion définitive, nous croyons que la plus vraisemblable des suppositions serait la suivante :

Des amas gigantesques de végétaux ont pu être, aux époques géologiques, enfouis

sous les couches de terrains successifs dans le voisinage des roches primitives ; là, pendant un temps qu'il ne nous est pas permis de calculer, ils se sont trouvés exposés à la chaleur envoyée, à travers l'écorce mal refroidie du globe, par le foyer central. Sous l'action de cette chaleur, une combustion lente a eu lieu, soumise à une pression de milliers d'atmosphères. Un jour, grâce à une des dislocations fréquentes de l'écorce terrestre, une fissure, ou une série de fissures, a donné issue à la vapeur emprisonnée et celle-ci s'est échappée avec une violence proportionnelle à la force qui la retenait. Cette vapeur, si longtemps en contact avec la matière végétale qui lui avait donné naissance, s'était chargée de substances bitumineuses qu'elle a laissées en passant dans les bancs de calcaire en les imprégnant.

Le résidu fixe de cette gigantesque distillation n'est pas autre chose que la houille.

Dans quelles circonstances particulières le phénomène a-t-il eu lieu ? Par quels orifices la vapeur s'est-elle échappée ? Comment se fait-il qu'elle ait imprégné des bancs intermédiaires, sans toucher aux supérieurs, ni

aux inférieurs ? Pourquoi dans les environs de certains bassins houillers ne trouve-t-on pas trace d'asphalte, et pourquoi dans les environs de presque tous les gisements d'asphalte ne trouve-t-on pas trace de houille ? Ce sont là autant de questions qui constituent l'inconnue du problème que nous venons d'exposer. Il n'est pas impossible d'en résoudre quelques-unes. Ainsi, il est d'observation que les bancs imprégnés sont généralement d'un grain plus tendre (1) ; que les bassins houillers d'Autun, de Buxière la Grue et d'autres renferment des schistes très-bitumineux : que dans le voisinage des gisements d'asphalte, le terrain secondaire est tellement épais, qu'on n'est presque jamais parvenu à l'étage où doit se trouver la houille, si elle existe ; nous le répétons, la question n'est pas mûre pour la discussion, et nous la réservons, en ne donnant ce qui précède que comme un simple jalon.

Nous ajouterons à titre de document, le rapprochement suivant, pour indiquer quelles ont dû être les transformations effectuées

(1) Ce qui est facile à constater lorsque, par place, le banc d'asphalte n'est pas complètement imprégné.

dans l'opération souterraine dont nous venons de parler, si tant est qu'elle ait eu lieu suivant notre hypothèse.

	Cellulose.		Houille.		Bitume de Bechelbronn.
Carbone......	44.44	—	89.31	—	87.00
Hydrogène....	6.18	—	4.92	—	11.20
Oxygène.... .	49.33	—	5.77	—	1.80
	100 (1)		100 (2)		100 (3)

Il est difficile d'admettre, cependant, que, tous les gisements d'asphalte aient eu le même mode de formation. Certains gîtes doivent avoir été constitués par l'agglomération de poussières provenant d'asphalte antérieurement formé, véhiculées par les eaux et stratifiées de nouveau en bancs réguliers.

5° COMPOSITION CHIMIQUE

La composition chimique de l'asphalte est variable, en ce qui concerne les proportions

(1) M. Régnault.
(2) M. Régnault.
(3) Boussingault.

de calcaire et de bitume ; qualitativement, elle est à peu près identique partout.

Les variétés très pures, comme celles de Seyssel et du Val-de-Travers, ne renferment exactement que du carbonate de chaux et du bitume, dont la composition est indiquée au paragraphe précédent.

Les variétés moins parfaites, celles par exemple qui, comme les calcaires bitumineux d'Auvergne, ont été imprégnées tumultueusement sous l'action de phénomènes volcaniques, contiennent, de plus, les principes répandus dans les terrains avoisinants, tels que : argile, silice, magnésie, sels de fer, etc. ; les minerais d'Auvergne ont en outre des traces d'arsenic. On ne peut donc donner d'une manière rigoureuse la composition d'un calcaire asphaltique. Chaque gisement peut présenter des proportions particulières.

En thèse générale, on peut dire que plus le calcaire imprégné est exempt de matières étrangères, meilleur il est.

6° DOSAGE

On a rarement à faire l'analyse chimique qualitative d'un minerai bitumineux, le

gisements d'asphalte étant peu nombreux et la composition du minerai provenant de chacun d'eux étant parfaitement connue.

En revanche, on peut avoir souvent à déterminer la proportion de bitume entrant dans la composition d'un échantillon. Ce dosage doit être fait, la plupart du temps, par des personnes étrangères aux pratiques de la chimie ; il importe donc que l'opération soit aussi simple que possible. Voici la méthode que nous conseillerons de suivre, et qui s'applique d'ailleurs à tout produit bitumineux dans lequel le bitume est à l'état de mélange et nom de combinaison (1).

Supposons qu'on ait à déterminer la quantité de bitume renfermée dans un échantillon de calcaire ou de sable bitumineux, ou même de mastic asphaltique. On procède de la manière suivante.

On réduit en poudre fine une certaine quantité de minerai (200 grammes, par exemple), que l'on purge de son eau en l'exposant

(1) Dans le schiste bitumeux et les bogheads, le bitume forme avec sa gangue une sorte de combinaison qui ne permet pas de l'en séparer au moyen d'un simple dissolvant.

dans une étuve à une température supérieure à 110° mais inférieure à 150°. Au dessus de 150° le bitume pourrait être modifié par la vaporisation de certaines huiles essentielles.

Après avoir bien brassé cette poudre on en prend un poids de 100 grammes que l'on met dans un verre à pied, et sur lesquels on verse 100 grammes environ de sulfure de carbone pur (le sulfure de carbone impur renferme de l'acide sulfhydrique, qui peut attaquer le calcaire, ou du soufre libre qui peut se mélanger à lui et vicier la pesée).

On agite le mélange avec une baguette de verre, puis on laisse reposer un instant ; après quoi on verse le sulfure de carbone chargé de bitume dans un filtre pesé d'avance et placé dans un entonnoir, au-dessus d'une éprouvette à pied.

On verse dans le verre une nouvelle dose de sulfure pur, on agite avec le calcaire incomplètement lavé par la première dose, on laisse reposer, puis on décante encore dans le filtre.

On procède ainsi jusqu'à ce que le calcaire restant dans le verre soit complètement blanc

et que la dernière dose de sulfure ajoutée n'ait pris aucune teinte brune.

On laisse alors sécher le calcaire ; on attend également que toute la dissolution ait traversé le filtre.

Quant tout est bien sec, ce qui arrive promptement, l'évaporation du sulfure de carbone étant très rapide, on pèse le filtre avec le calcaire lavé, et, en déduisant le poids du filtre, précédemment constaté, on obtient le poids du calcaire pur, et, par différence, le poids du bitume enlevé par le sulfure de carbone.

Il est superflu d'ajouter que le verre et l'agitateur doivent être soigneusement nettoyés, et en un mot, qu'aucune parcelle de calcaire lavé ne doit être distraite de la pesée.

Voici un exemple de dosage qui pourra résumer ce qui vient d'être dit :

Avant l'opération

Poids du calcaire bitumineux mis en poudre	100 gr
Poids du filtre	3 » 15
	103 gr. 15

Après l'opération

Poids du filtre et du calcaire lavé, ensemble...........................	96 gr. 02
A déduire le poids du filtre constaté plus haut..........................	3 » 15
	92 gr. 87

D'où la proportion de bitume = 7.13 0/0.

On peut vérifier l'exactitude de l'opération en faisant évaporer au bain-marie d'eau chauffée à 70° le sulfure de la dissolution ; le sulfure de carbone se vaporisant à 48°, le bitume reste comme résidu, et son poids constaté doit reproduire celui accusé par le dosage différentiel.

Il convient toutefois de n'ajouter à cette vérification qu'une importance secondaire ; car il est très difficile d'expulser, du bitume, les dernières traces de sulfure de carbone. On n'y parvient que par un chauffage à feu nu dont le résultat est souvent de décomposer le bitume lui-même. Le plus sûr est encore de faire en double ou en triple l'opération du dosage telle que nous l'avons expliquée et de prendre la moyenne des résultats.

7° CARACTÈRES AUXQUELS ON PEUT RECONNAITRE L'ASPHALTE DE BONNE QUALITÉ

Les constatations de la qualité d'un minerai d'asphalte ne peuvent être faites dans les mêmes conditions et par les mêmes moyens que pour les matériaux ordinaires. Les essais à l'écrasement et à l'usure, l'analyse chimique elle-même ne donnent que des indications qu'il faut interpréter avec prudence si l'on ne veut qu'elles conduisent à des conclusions fausses ou incomplètes. Le contrôle des ingénieurs chargés de surveiller l'emploi de cette matière reste donc la plupart du temps désarmé, certainement, cette espèce d'impuissance a été pour beaucoup dans la défiance qu'ils ont toujours, peu ou beaucoup, montrée à l'asphalte.

Si nous prenons plusieurs minerais d'asphalte provenant de différents gisements et que nous voulions constater leur supériorité ou leur infériorité relatives, nous n'avons d'autre moyen sûrs que les suivants :

D'abord nous établirons la valeur du bitume qui les imprègne. Pour cela nous isolerons ce bitume par un lavage au sulfure de carbone (1). Nous chasserons le sulfure de carbone en chauffant la dissolution au bain-marie d'une façon lente, puis au bain de sable, en maintenant une température inférieur à 200°. Les dernières parcelles de sulfure de carbone ne sont expulsées, comme nous l'avons dit, que par une exposition prolongée à l'air libre ou mieux dans le vide.

L'isolement du bitume étant obtenu d'une façon complète, on le comparera à un type connu et accepté comme bon. Tous les bitumes extraits des asphaltes de bonne qualité se ressemblent exactement et ont le même reflet rougeâtre, le même brillant la même ténuité quand on les étire en fil ; a peine varient-ils d'une façon presque imperceptible comme consistance ; enfin, tous peuvent être élevés et maintenus à la température de 250° sans perdre une quantité appréciable de leur poids.

La qualité du bitume reconnue, on se

(1) Voir Chap. II. § 6. Dosage.

préoccupera de la constitution physique du minerai et de la façon plus ou moins régulière et plus ou moins intime dont le bitume a imprégné le calcaire. On examinera au microscope une série d'échantillons pris au hazard. Étudié ainsi, l'asphalte de bonne qualité présente l'aspect d'une poussière agglomérée dont chaque grain est enveloppé d'une mince pellicule de bitume au moyen de laquelle il est collé aux particules voisines. Une autre poussière plus fine composée de petits cristaux de carbonate de chaux coloré en brun par le bitume remplit les vides entre les grains plus gros. L'imprégnation, en un mot est parfaite. Parfois des morceaux de calcaire blanc de grosseur quelconque se trouvent logés dans les blocs de minerai ; ce sont des parties que l'imprégnation a respectées. Elles ne présentent pas grand inconvénient si elles sont peu nombreuses ; l'essentiel c'est que la masse asphaltique soit fine de grain et si intimément imprégnée que les plus petites molécules aperçues au microscope soient revêtues de leur enveloppe de bitume. C'est aussi qu'elles ne contiennent pas de cavités remplies de bitume libre ; ce

qui dénote ordinairement une imprégnation imparfaite des particules voisines.

Après cet examen physique il importe de soumettre le minerai à l'analyse chimique pour s'assurer qu'il ne contient pas autre chose que du bitume et du carbonate de chaux parfaitement pur. Tout autre substance est inutile ou nuisible. L'argile en trop grande quantité produit des retraits dans les applications de mastic ; le soufre les rend cassants; la magnésie et certains sels de fer sont influencés par l'humidité atmosphérique et nuisent par leur décomposition aux travaux de comprimé.

Ce n'est pas tout. Certains minerais d'asphalte, ayant cependant les apparences favorables, sont impropres à être utilisés industriellement. Quelques-uns ne peuvent être transformés en mastic ; ils prennent à la cuisson une quantité considérable de bitume et ne donnent qu'une pâte sèche et sans consistance. D'autres ne se compriment pas. L'asphalte de Lelex, dans le Jura, analogue pour la vue et le toucher à celui du Val-de-Travers est de ceux-là ; il paraît être riche en bitume et, cependant, sous aucune pression il

ne se comprime de façon à rester solide. Plusieurs autres espèces, à notre connaissance, se trouvent dans le même cas.

Le seul moyen de reconnaître l'aptitude d'un minerai à se transformer en mastic est d'en faire l'essai dans une petite chaudière de la contenance d'une centaine de kilos. L'expérience au laboratoire n'est pas concluante.

Il n'en est pas de même pour son aptitude aux travaux de chaussées. Nous avons fait construire pour notre laboratoire un petit appareil très simple dont nous recommandons l'usage à ceux de nos lecteurs qui y trouveront quelque intérêt. C'est un levier gradué sous lequel on place un petit bloc de fer creusé d'un trou rectangulaire. Un piston de même forme joue dans le trou. On remplit le vide de poudre d'asphalte, chaude ou froide, et, au moyen d'une crémaillère, on laisse appuyer le levier sur ce piston; selon la surface du piston et la longueur et le poids du levier on obtient exactement la pression que l'on veut par centimètre carré.

Nous avons expérimenté au moyen de cet appareil à peu près tous les asphaltes connus

Il indique avec une grande précision le plus ou moins de dureté que prend chacun d'eux sous une pression déterminée.

Nous ferons remarquer en passant cette singulière particularité, que l'asphalte en poudre placé dans le moule est comprimé instantanément au *minimum* de volume qu'il doit prendre sous une pression déterminée. Que le piston appuie pendant une seconde ou pendant huit jours, l'effet est exactement le même.

Nous signalerons encore ce fait que le petit bloc de comprimé ainsi obtenu durcit avec le temps : il est plus résistant au bout d'une ou deux semaines, et plus encore au bout d'un mois d'exposition à l'air.

Tels sont les principaux procédés au moyen desquels ont peut vérifier la qualité du minerai d'asphalte ; mais, la voie la plus efficace, la seule absolument concluante, c'est l'expérience des travaux, se sont les résultats obtenus antérieurement, du moins pour les mines anciennement connues. Quant aux nouvelles, qui ont leur réputation à faire, on peut avoir recours aux procédés que nous venons de décrire sommairement. Si l'exa-

men fait dans ces conditions donne un résultat favorable c'est une présomption ; le long usage seul donne une certitude.

Voilà pour le minerai. Quant au mastic c'est autre chose; ici la difficulté se complique de toute la science déployée par la fraude pour contrefaire le produit fabriqué, dans l'impossibilité où elle se trouve d'imiter le produit naturel. Le cas sera traité amplement dans un autre chapitre.

I

EXPLOITATION ET PRÉPARATION DE L'ASPHALTE

1° EXTRACTION

L'asphalte est un minerai. Il s'exploite comme la houille, comme le fer, soit souterrainement, soit à ciel ouvert. En France, après de longues et ardues discussions, il a été classé légalement comme produit de mine, et non de carrière, par l'ordonnance royale du 19 juillet 1843 (1) A l'étranger il obéit aux lois spéciales sur les mines, qui, presque partout comme l'on sait, sont calquées sur notre loi organique du 21 avril 1810. Les concessions en sont donc demandées et

(1) Voir cette ordonnance à la fin du volume. (Documents)

accordées dans les formes prescrites par cette loi. Elles donnent au concessionnaire le droit d'occupation de terrains.

L'extraction se fait par les moyens usités pour l'exploitation du moëllon à bâtir ; sauf que, dans beaucoup de cas, on y emploie la tarière pour percer les trous de mine. La matière est, en effet, assez tendre pour permettre l'usage de cet outil. Les ouvriers ne reprennent le burin ou la barre-à-mine que lorsqu'ils ont à traverser des parties stériles.

D'après les indications que nous avons données précédemment on a compris que, si l'on exploite un banc d'asphalte souterrainement, à des températures qui sont en moyenne de 12° à 13°, on se trouve en présence d'une matière relativement dure, qui durcit encore davantage si elle est trasportée au dehors pendant l'hiver, mais se ramollit jusqu'à tomber en poussière si, au sortir des galeries, elle est exposée quelques temps au grand soleil.

Les trous de mine sont chargés soit à la poudre, soit à la dynamite.

On emploie la première lorsqu'on travaille dans des masses compactes, sèches et non

fissurées. La matière étant, dans une certaine mesure, élastique, l'on comprend aisément qu'on ne doit pas s'y servir d'explosifs trop brisants. Au contraire, la dynamite est usitée avec avantage dans les parties très humides ou dans celles qui, trop fissurées, laisseraient échapper les gaz détonants de la poudre, moins instantanés que ceux de la nitro-glycérine.

Le perçage des trous se fait, comme nous l'avons dit, le plus souvent à la tarière, accidentellement au burin ou à la barre-à-mine. On les charge à la manière ordinaire. Rien ici de bien spécial, pas plus dans cette opération que dans l'outillage.

Les blocs d'asphalte sont transportés au dehors par des petits chemins de fer et empilés à de faibles hauteurs autant que possible, pour éviter leur écrasement sous l'action de la chaleur solaire. Cet écrasement présente deux sortes d'inconvénients : d'abord la matière ainsi pulvérisée donne plus de déchet dans les transports et les manipulations; ensuite, eette poussière, si elle est exposée à la pluie, s'imbibe d'eau et devient ensuite difficile à traiter au moment de son emploi.

2° PULVÉRISATION ET TAMISAGE

La pulvérisation de l'asphalte passe par deux phases :

On commence par concasser le minerai dans un appareil formé de deux cylindres laminoirs armés de dents et animés de vitesses différentes, de telle façon que, au lieu d'être précisément laminée, (ce qui, par suite de la malléabilité de la matière, amènerait un prompt empâtement des dents,) la roche soit déchirée. Ce concassage par arrachement réduit la roche à peu près au volume des cailloux employés au macadam des routes. C'est à cet état que l'asphalte est amené au pulvérisateur proprement dit.

Cette propension de l'asphalte à empâter les machines affectées à sa pulvérisation a fait renoncer aux engins employés autrefois et dont l'action serait d'ailleurs insuffisante pour une production comme celle des mines de Seyssel. On a laissé de côté les meules, les moulins à noix, même l'appareil héliçoïdal dont nous parlions dans la première

édition de ce livre. On se sert presque exclusivement, à l'heure qu'il est, des broyeurs à force centrifuge.

L'engin employé dans les usines de la Compagnie générale des asphaltes de France est le broyeur Carr. Toul le monde aujourd'hui connaît cet ingénieux instrument ; c'est celui de tous qui semble jusqu'ici donner le plus grand effet utile. Il est possible cependant que dans l'avenir il soit distancé par ses concurrents, qui font de grands efforts pour y parvenir. Au surplus, le système est aujourd'hui dans le domaine public ; chacun peut l'utiliser et le perfectionner à sa guise. C'est à l'industriel qui veut s'en servir de l'appliquer le mieux possible au genre de travail proposé.

Un broyeur Carr de 1m30 de diamètre, marchant à 500 tours par minute peut pulvériser, en temps frais, jusqu'à six tonnes d'asphalte à l'heure. Il exige, pour faire ce travail, une force pouvant varier de 40 à 50 chevaux, selon que la roche est plus ou moins pâteuse, ou plus ou moins humide.

On sait que la finesse de grain de la matière pulvérulente obtenue dans des broyeurs cen-

trifuges est en proportion de la vitesse tangentielle de l'appareil. Il en résulte que l'uniformité de vitesse est une condition essentielle de la bonne marche de la machine. Il est donc important de lui faire donner le mouvement par un moteur d'une grande régularité et d'une puissance suffisante pour que les variations de la force qu'on lui demande n'influent pas sur la régularité de sa marche.

Mais quelle que soit cette régularité, on n'en est jamais assez sûr pour éviter le tamisage de la matière. De plus, dans le broyeur centrifuge, dont le principe, comme l'on sait, consiste à provoquer la projection tangentielle de la matière sur des cages marchant deux à deux en sens inverse, il s'échappe toujours des grains qui, après avoir traversé les premières cages, évitent les autres. Par tous ces motifs, le tamisage demeure indispensable.

Ce tamisage s'opère, dans les usines bien montées, au moyen de blutoirs tronc-coniques ayant environ deux mètres de long ; 1^m50 au gros diamètre et 0^m80 au petit. Un système de chaîne à godets étudié spéciale-

ment pour cet usage, ramène dans le broyeur les *grabons* qui n'ont pu traverser les mailles du blutoir. La maille de la toile métallique qui l'environne doit avoir, au plus 2 à 2 1/2 millimètres de vide.

3° CUISSON

La poudre, prise sous les blutoirs, est portée aux chaudières où s'opère la cuisson du mastic.

On se sert, pour cette cuisson, de chaudières en tôle, ou en fonte, demi-cylindriques, de 3 mètres environ de longueur sur 1 mètre de diamètre, montées sur des fourneaux ordinaires en briques. Un arbre, fixé dans l'axe du cylindre et porteur de lames dirigées dans le sens du rayon, agite la pâte et en met successivement toutes les parties en contact avec la surface de chauffe ; chaque appareil est surmonté d'un couvercle en tôle, demi-cylindrique aussi, muni de portes qu'on soulève de temps en temps pour surveiller la marche

de l'opération ; enfin, des tuyaux de dégagement sont adaptés au-dessus du dôme pour écouler les vapeurs d'eau qui s'échappent abondamment, surtout lorsque la poudre est humide, au commencement de l'opération.

Ces tuyaux peuvent servir également à introduire la matière première si l'usine est disposée en conséquence.

Il arrive souvent que les agitateurs s'arrêtent, se brisent ou se tordent, et que, par suite, une partie de la matière cesse d'être remuée. Cette matière, restant en contact prolongé avec le fond de la chaudière, est calcinée, et se transforme en un corps très mauvais conducteur de la chaleur ; il en résulte que le fond lui-même de la chaudière se brûle, et que celle-ci est mise hors de service. Pour diminuer la perte, on fait les chaudières en deux pièces, dont l'une, la plus exposée au feu, est plus épaisse que l'autre. Cette pièce peut être changée lorsqu'elle est brûlée, et l'autre partie est conservée. Au surplus cette question de forme et de métal à appliquer aux chaudières à mastic est encore débattue. Comme elle a une influence considérable, tant sur le prix de revient que sur la qualité

des produits, chaque industriel s'efforce de perfectionner le système à sa guise. Il ne nous appartient pas d'entrer dans de plus longs détails à ce sujet.

Voici comment on procède pour la cuisson.

On jette d'abord dans chaque chaudière 140 à 150 kilogrammes de bitume libre (1), préalablement chauffé à une température de 150° environ, puis l'on jette dans ce bain, par pelletées, la poudre d'asphalte. La poudre, en tombant dans le bitume chaud, décrépite et se mélange intimement avec lui. Le bitume libre, aidé dans son absorption par celui qui existe déjà dans les pores du calcaire, pénètre plus facilement celui-ci, comme une goutte d'huile suit sur une étoffe le chemin tracé par une autre goutte d'huile. La poudre est additionnée méthodiquement. Chaque dose est projetée au fur et à mesure que la dose précédente s'est confondue avec le bitume. On continue ainsi l'introduction jusqu'au moment où le mélange devient pâteux et où l'on juge la cuisson terminée ; les praticiens seuls, et les ouvriers spéciaux peuvent juger

(1) Voir ci-après § 4 ce qui concerne le bitume.

lorsque cet instant est arrivé. On arrête alors la trituration et l'on procède à la coulée.

A ce moment l'appareil a reçu environ :

250 kil. de bitume libre.
3,500 kil. de poudre d'asphalte.

Il s'est échappé :

Vapeur d'eau..........	240 kil.
Huiles essentielles.....	10 kil.

Il reste donc dans la chaudière 3,500 kilogrammes de mastic.

La cuisson a duré cinq heures et demie.

Coulée. — On recueille le mastic dans des seilles en tôle, contenant environ 25 kil., et on le verse dans des moules composés de plaques en fer recourbées de 0,010 à 0,012 m/m d'épaisseur, de façon que deux plaques juxtaposées forment un moule cylindrique de 0,14 de hauteur et de 0,32 de diamètre. Le moule a été préalablement enduit intérieurement d'argile délayée dans l'eau ; cet enduit est destiné à empêcher l'adhérence du mastic au fer. Les moules sont rangés sur

une plate-forme parfaitement horizontale, dallée de plaques en fonte.

Au bout de quatre à cinq heures, les pains commencent à se refroidir et à se solidifier ; on active le refroidissement au moyen d'une aspersion d'eau froide ; lorsqu'on ne dispose pas d'eau en quantité suffisante, on laisse la matière dans les moules pendant sept ou huit heures, après quoi l'on démoule.

Le démoulage se fait en frappant un léger coup de masse sur chacune des plaques de tôle, qui se séparent immédiatement et laissent le pain libre ; on pèse la coulée et on l'empile pour la livraison.

Chaque pain doit peser environ 25 kil. ; c'est le poids que l'expérience a reconnu être le plus favorable pour la manutention, de même qu'elle a démontré que la forme cylindrique et plate est celle qui donne le moins de déchet dans l'empilage et le transport ; les formes rectangulaires sont celle qui en produisent le plus, surtout en hiver, à cause de la fragilité des angles. Le poids de 25 kil. correspond d'ailleurs exactement à la quantité de mastic qui entre dans un mètre carré de trottoir à 15 m/m d'épaisseur (bien entendu

le gravier n'est pas compris dans ce poids, un mètre carré de dallage à 15 m/m doit peser, mastic et gravier compris, environ 38 kil.)

Une marque de fabrique, fixée sur les moules, laisse son empreinte sur les pains. Cette précaution est particulièrement utile pour le mastic d'asphalte ; les contrefaçons étant plus nombreuses et plus faciles sur cette matière que sur toute autre. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur ce point quand nous traiterons des contrefaçons de l'asphalte.

La cuisson du mastic d'asphalte est une opération des plus délicates, qui exige de la part des ouvriers les plus grands soins et une longue expérience pour éviter le *trop-cuit* ou *l'incuit*, tous deux également nuisibles à la bonne qualité de la matière et à la durée des travaux auxquels elle est employée. Sa surveillance doit être confiée à des ouvriers expérimentés, habitués par une longue pratique à juger au simple coup d'œil, ou en plongeant leur spatule de bois dans la pâte, si la matière est trop « grasse » ou « trop maigre » si elle a trop de bitume ou si elle en manque ; si elle est trop ou pas assez

chaude. Leurs appréciations s'accordent presque toujours exactement avec les indications du thermomètre. Dans une fabrication bien montée et bien dirigée les coulées ne doivent pas varier de plus de deux ou trois degrés de température. Cette régularité est une des conditions essentielles de la bonne qualité du mastic asphaltique.

Il ne nous appartient pas de décrire ici ce qu'on appelle les *secrets du métier* qui existent en grand nombre dans l'outillage et dans les méthodes de fabrication du mastic d'asphalte. Ces « secrets », incessamment perfectionnés, sont la propriété des fabricants et constituent, avec la qualité du minerai employé, la supériorité relative de leurs produits. La disposition des fourneaux, celle des chaudières, les détails de main-d'œuvre, sont autant de points sur lesquels l'ingéniosité des spécialistes s'est exercée, avec des mérites et des succès divers. Ce serait sortir des limites que nous avons fixées à cet ouvrage, et empiéter sur le domaine des intérêts commerciaux, que d'entrer dans de plus longs développements à ce sujet.

4° PRÉPARATION DU BITUME ENTRANT DANS LA FABRICATION DU MASTIC

On a vu, dans le premier chapitre de ce livre, quelle est la nature du bitume contenu dans les pores de l'asphalte et quels sont les caractères à exiger d'un bitume de bonne qualité. On a vu également que, pour fabriquer le mastic, on doit préalablement mettre dans les chaudières une petite quantité de bitume libre destiné à jouer le rôle de fondant, à apporter à la roche le supplément de liant qui lui manque et à empêcher la première charge de poudre d'asphalte de se brûler au contact du métal des chaudières surchauffé.

S'il était pratique d'extraire, de l'asphalte lui-même, ce bitume, la qualité du mastic fabriqué en serait évidemment meilleure ; mais c'est une opération de laboratoire qui n'est pas et ne deviendra probablement jamais

industrielle. Il a donc fallu s'ingénier à trouver ce bitume ailleurs.

Il existe dans le voisinage de plusieurs mines d'asphalte, à Seyssel principalement, et aussi à l'état de gisements isolés comme à Bastennes (Landes), certains amas de sables ou molasses agglutinés par du bitume. Ce bitume se détache assez facilement de sa gangue par un simple lavage à l'eau bouillante et vient surnager à la surface. Si l'on recuit les écumes pour en extraire l'eau et le sable entraîné par l'ébullition, on obtient par décantation un bitume presque pur.

A cet état le bitume est une matière dont nous avons déjà énoncé les caractères physiques au premier chapitre de ce livre : c'est chimiquement un corps ternaire dont la composition suivant M. Boussingault est la suivante :

Carbone	87,00
Hydrogène	11,20
Oxygène	1,80

Il est formé, en réalité, de plusieurs hydrogènes carbonés, plus ou moins chargés d'oxygène et mélangés intimement. Ces car-

bures ont des points de vaporisation différents, et se fractionnent, lorsqu'on traite le bitume par la distillation, en divers produits ou huiles minérales, depuis les plus légères jusqu'aux plus lourdes. Quand on pousse la distillation jusqu'à épuisement, il reste au fond de la cornue un brai sec qui finit par atteindre la consistance du coke.

Le bitume, nous le disons ailleurs déjà, doit surtout avoir la plus grande analogie possible avec celui qui imprègne le calcaire asphaltique auquel il doit être mélangé. On conçoit, en effet, que le bitume ajouté au calcaire déjà imprégné de bitume, pour produire le mastic, s'unira d'autant plus volontiers avec le bitume d'imprégnation de ce calcaire, que celui-ci lui sera plus semblable, et aura un point de fusion plus voisin du sien.

Si l'on isole le bitume du calcaire, on reconnaît qu'il offre le même aspect, les mêmes propriétés, la même consistance que celui qu'on extrait de la molasse bitumineuse (Seyssel, Bastennes, Clermont). C'est donc ce dernier qu'il faut considérer comme le type du bon bitume, et c'est celui que nous allons décrire. D'ailleurs, l'expérience a jus-

tifié depuis longtemps cette hypothèse ; les trottoirs construits avec les bitumes provenant du lessivage des sables de Seyssel ou de Bastennes, ont fourni une carrière plus longue que tous les autres.

Le bitume doit donc, autant que possible, remplir les conditions suivantes :

Couleur. — La couleur doit être le noir foncé avec reflets rougeâtres ; cette teinte rougeâtre augmente lorsque le bitume, à l'état très pâteux, est étiré en fils. Au repos, l'aspect du bitume est d'un noir très brillant ; brisé à une température au-dessous de 5°, sa cassure est un peu rougeâtre.

Cassure. — Conchoïde. — On n'obtient cette cassure qu'au-dessous de 10° de température.

Consistance. — Au-dessous de 10°, solide et cassant ; entre 10° et 20°, élastique et un peu mou, se déforme à la longue ; de 20° à 30°, pâteux ; de 30° à 40°, visqueux ; au-dessus de 40° à 50°, liquide.

Densité. — 1,025.

Odeur. — Presque aromatique. Le véritable bitume minéral, sans mélange aucun, possède une odeur *sui generis* qui est loin d'être désagréable. Cette odeur, très faible à la température ordinaire, augmente d'énergie avec la chaleur. Au-dessus de 200° elle se modifie et devient plus âcre, ce qui résulte du dégagement de certaines essences volatiles. Tous les bitumes naturels, imprégnant des sables ou des calcaires, n'ont pas la même odeur ; mais aucun n'a l'odeur repoussante des goudrons provenant de la distillation des houilles ou des boghead par lesquels on les remplace quelquefois dans les mastics de mauvais aloi. Les bitumes qui ont subi dans leur période de formation, ou même postérieurement à cette période, des influences volcaniques, ont un arôme spécial. Ainsi, les minerais bitumineux d'Auvergne, qui tous ont éprouvé une espèce de métamorphisme, en ont conservé une odeur particulière qui rappetle tout à fait celle de l'ail et qu'ils doivent sans doute à une huile essentielle spéciale.

Les principales sortes de bitume employées dans les travaux sont :

— Le bitume extrait des molasses bitumineuses.

— Le bitume provenant des lacs desséchés de la Trinité ou de Cuba, et rectifié par sa dissolution dans les goudrons de schistes d'Autun ou de l'Allier.

— Enfin, dans les matières de basse qualité et les contrefaçons, le brai de gaz.

Nous allons indiquer en quelques lignes l'origine et la préparation de ces divers produits.

Bitume de molasse. — Il existe comme nous l'avons déjà dit, sur divers points, principalement aux environs des mines d'asphalte, des gisements de molasse, ou grès imprégnés d'une certaine quantité de bitume qui varie, suivant les contrées, entre 3 et 12 p. 0/0 ; ces molasses sont, les unes, comme celles de Bastennes ou de Seyssel, partie calcaire, partie silice ; les autres, comme celles de la Limagne, aux environs de Clermont-Ferrand, entièrement quartzeuses.

Jusqu'à ce jour, voici comment on s'y est pris pour dégager le bitume contenu dans les molasses :

Les blocs de minerai sont cassés en morceaux de 0,07 à 0,08 de côté, jetés dans des chaudières pleines d'eau bouillante et brassés pendant une heure environ. Le bitume qui imprègne et coagule le minerai étant porté à 100°, se liquéfie, la molasse tombe en sable, et le bouillonnement de l'eau agissant mécaniquement, chaque grain se dépouille de son enveloppe bitumineuse qui vient surnager. On écume la surface pour recueillir le bitume, et le sable reste blanc au fond; on enlève ce sable, on recharge la chaudière et l'opération recommence.

Lorsque le minerai bitumineux est à gros grains, comme celui de Chamalière (Auvergne), et certaines qualités de Pyrimont (Seyssel) le sable est presque complétement précipité; l'écume n'en conserve pas plus de 20 à 25 0/0 de son poids. Mais il est fort rare que la molasse ne soit pas très fine de grain, et alors la matière enlevée à l'écumoire renferme toujours une grande quantité de grains désagrégés, entraînés par l'ébullition et disséminés dans le bitume. Pour purger les écumes de ce sable, on les fait bouillir : l'eau s'évapore, le sable gagne le fond en vertu de

sa densité, et l'on décante. Le bitume obtenu par cette seconde opération est absolument pur, mais le sable resté au fond de la chaudière en conserve encore un volume presque égal au sien et qu'il est impossible de lui retirer pratiquement. Ce système d'extraction dispendieux et barbare est connu et employé depuis plus de cent ans. — D'Alembert le décrit dans l'*Encyclopédie* (1), tel à peu près que nous venons de l'expliquer nous-même il n'a pas, depuis, fait un pas en avant.

Nous avons tenté il y a une vingtaine d'années de mettre en pratique industrielle un procédé de laboratoire qui consiste à dissoudre le bitume des molasses dans le sulfure de carbone, de le séparer ensuite de la gangue par un filtrage, puis de le dégager de son dissolvant par évaporation.

On sait en effet que le bitume se dissout avec une très grande facilité dans le sulfure de carbone, lequel s'évapore à 42° centigrades. Un appareil de grande dimension fut construit par nous et mis en marche sur ce principe ; voici dans quelle forme il fonctionnait. On concasse le minerai que l'on mélange dans

(1) *Encyclopédie* article *Asphalte*.

une cuve avec une certaine quantité de sulfure de carbone et l'on agite ; lorqu'on suppose que la dissolution est complète, on laisse reposer et l'on décante. Le sulfure chargé de bitume est conduit dans une seconde chaudière hermétiquement close, et surmontée d'un tuyau de dégagement lequel communique avec un système de serpentins. Cette chaudière renferme des cylindres chauffés intérieurement à la vapeur et sur lesquels la dissolution tombe en pluie ; le sulfure est, ainsi, vaporisé, séparé du bitume et va se condenser dans le réfrigérant. Le bitume isolé tombe au fond de la chaudière, d'où il est vidangé et enfutaillé. Le sulfure régénéré par la distillation est employé à une autre opération semblable.

Il est resté, dans la chaudière où s'est faite la dissolution, une certaine quantité de sulfure de carbone mélangé au sable et qui n'a pu être décanté ; un jet d'eau chaude projeté sur ce sable met en vapeur le sulfure, qui s'échappe par une tubulure de dégagement, et va se condenser dans le réfrigérant commun. Le sable, entièrement purgé de son sulfure, est extrait, jeté au déblai et remplacé par une égale quantité de minerai non

lavé sur lequel une nouvelle opération recommence.

On obtient ainsi un bitume parfaitement pur et de la plus belle qualité possible. Malheureusement, des inconvénients de détail n'ont pas encore permis à cette méthode d'entrer dans la pratique industrielle ; la grande difficulté d'obtenir des robinets hermétiques et l'extrême inflammabilité des vapeurs de sulfure de carbone présentent de tels dangers qu'il a fallu s'abstenir, d'abord de faire fonctionner l'appareil la nuit, ensuite d'en confier la marche à des ouvriers trop souvent imprudents. Cependant on s'occupe de le perfectionner et il n'est pas impossible qu'ils deviennent un jour usuel.

Bitume de Trinidad. — On exploite dans certaines contrées d'Amérique d'immenses lacs de bitume desséché et terreux qui, après une épuration, peut jouer dans les travaux à peu près le même rôle que le bitume des molasses. Le plus connu et le plus utilisé de ces gisements est celui de l'île de la Trinidad, l'une des Antilles.

Le bitume de Trinidad, à l'état brut, c'est-à-dire tel qu'il est recueilli sur place, est d'une couleur rougeâtre analogue à celle du minerai de fer. Jusqu'à la température de 20° ou 25° il est solide et sa cassure présente un aspect conchoïde. Sa densité, quand il est pur, est peu supérieure à celle de l'eau ; impur, elle va jusqu'a 1, 3 ; il est mélangé ordinairement de débris de plantes qui s'y trouvent emprisonnées sans déformation, comme si, au moment de la solidification, il y avait eu une espèce de végétation vivant dans ce singulier milieu.

Le bitume de Trinidad est apporté en France, soit à l'état brut, tel que nous venons de le dire, soit à l'état de pains refondus purgés d'eau et d'une partie de sa gangue terreuse.

Ainsi qu'on vient de le voir, la consistance du bitume de Trinidad n'est pas celle que doit avoir le bitume employé dans les travaux ; il est beaucoup trop sec ; de plus, même après avoir été refondu, il est très impur ; il est indispensable de lui faire subir une préparation que nous allons indiquer.

Il y a une trentaine d'années, on distillait une partie de bitume de Trinidad, on en retirait une huile dont on se servait pour dissoudre une autre partie de ce bitume et lui donner, tout en le purifiant par une décantation, une consistance plus en harmonie avec l'usage auquel il est destiné.

A cette opération, excessivement dispendieuse et abandonnée depuis longtemps, on a substitué celle-ci, qui est généralement employée aujourd'hui :

On a remplacé, pour la dissolution du minerai de Trinidad, l'huile dont nous avons parlé tout à l'heure par un produit goudronneux qui est obtenu dans la distillation des schistes bitumineux ; ce produit est le résidu de l'opération appelée dans l'industrie des schistes « *seconde distillation* » et qui consiste à séparer l'huile légère des huiles goudronneuses qui la souillent ; il a exactement, à la température de 20° à 25°, l'aspect d'un bitume complètement liquide.

On met 300 à 350 kilos de ce goudron dans une chaudière d'une capacité de 1,200 litres environ ; lorsqu'il est porté à une température de 120 à 120°, on projette le bitume

de Trinidad par petites doses et en morceaux concassés à la grosseur d'un œuf : on attend que chaque dose successive soit entièrement fondue, avant d'ajouter la dose suivante ; on s'arrête lorsque le poids total du bitume projeté atteint 850 à 900 kil.

Peu après l'addition de la dernière dose et lorsque les morceaux sont presque fondus, le liquide mousse et monte; il faut alors brasser énergiquement, soit à bras d'homme, soit par des moyens mécaniques, pour empêcher la mousse de déborder : des hausses en tôle sont adaptées aux rebords de la chaudière afin de maintenir la *mousse*.

Au bout d'un certain temps, qui varie entre sept ou huit heures, après le commencement de l'opération, l'ébullition tulmutueuse cesse ; le niveau descend et l'ébullition tranquille la remplace. La *mousse* étant due à la présence de l'eau dans le minerai, il s'ensuit que, plus un minerai esthumide, plus l'ébullition tumultueuse dure, et par conséquent plus l'opération totale est longue.

Quand on voit que l'ébullition tranquille et sans variation de niveau s'est établie, on ralentit le feu, puis on le supprime et on

laisse le liquide en repos ; les matières terreuses ou sablonneuses se précipitent au fond de la chaudière et l'on décante le bitume purifié, en ayant soin de lui faire traverser un tamis en toile métalique pour retenir les matières étrangères qui, moins denses que le bitume, seraient restées à la surface.

Le bitume ainsi épuré, lorsqu'il est refroidi, présente à peu près l'aspect et la consistance de celui obtenu par la lessivation des molasses ; mais il est moins beau de couleur, il file moins et est plus opaque. Toutefois, le bitume de Trinidad, raffiné comme il vient d'être expliqué, s'emploie beaucoup et s'emploira probablement jusqu'à ce qu'on ait trouvé des moyens pratiques d'extraire le bitume des molasses.

Voici quelques chiffres sur l'opération qui vient d'être décrite,

Le bitume brut de Trinidad, tel qu'il arrive de l'île a moyennement la composition suivante :

Bitume....................	34
Eau......................	30
Argile	36

L'opération du raffinage donne de son côté les chiffres suivants :

Matières premières employées

Bitume brut de Trinidad	900	kil.
Goudron de schiste.....	400	
	1.300	

Produits

Bitume épuré..........	950	kil.
Dépôt..................	70	
Évaporation...........	280	
	1.300	kil.

Nous devons faire remarquer que, des matières argileuses contenues dans le bitume brut, une partie seulement est précipitée au moment de la décantation et peut être éliminée ; la plus grande quantité de ces matières se compose d'argile tellement fine qu'il est impossible de la séparer autrement que par des procédés de laboratoire. On admet donc dans la pratique, qu'après son épuration, le bitume de Trinidad renferme encore environ

25 °/₀ d'argile impalpable, inoffensive dans les travaux d'application.

La proportion de goudron de schiste à introduire dans le bitume de Trinidad n'est pas invariable. Elle change selon le genre de travaux que l'on veut faire.

Ainsi, pour des travaux d'application qui doivent être exposés aux grands froids, comme dans les pays du Nord, il convient de forcer un peu la quantité de goudron de schiste employée à dissoudre le Trinidad brut. De même, si la matière est destinée à être employée dans les contrées à chaleur torride, aux Indes, en Egypte, etc., il est prudent de réduire cette quantité. Dans quelles proportions? C'est ce qu'il est difficile d'indiquer à l'avance d'une manière précise ; c'est affaire aux chefs de fabrication de le décider, suivant les circonstances particulières qui leur sont signalées.

IV

APPLICATIONS DE L'ASPHALTE A L'ÉTAT NATIF (ASPHALTE COMPRIMÉ)

1° HISTORIQUE ET AVANTAGES DES CHAUSSÉES EN ASPHALTE COMPRIMÉ

Nous avons vu au premier chapitre de ce livre que si l'on porte l'asphalte à une température voisine de 100°, le bitume d'imprégnation, formant le liant des molécules, se ramollit, les grains se séparent et la roche tombe en poussière.

Si, pendant que cette poussière est encore chaude, on la comprime dans un moule, les

molécules se recollent les unes aux autres, et la matière reprend, par le refroidissement, mais sous la nouvelle forme qu'on lui a donnée, l'aspect, la dureté, et en général toutes les propriétés que la roche possédait au sortir de son gisement.

Si, au lieu d'enfermer la poudre chaude dans un moule, on l'étend sur un sol résistant, en donnant à la couche une épaisseur de quelques centimètres, et si l'on comprime cette couche au pilon ou au rouleau, on obtient, lorsqu'elle est refroidie, une croûte monolithe si complètement semblable à la roche primitive, qu'on la croirait découpée à la scie dans le banc lui-même.

Tel est le principe des *chaussées en asphalte comprimé*.

C'est au hasard qu'est due la première indication du système. Les voitures qui font aux mines le transport de la roche asphaltique laissant souvent tomber des débris qui, ramollis par le soleil, écrasés par les roues, finissent par former de véritables croûtes monolithes. Ce fut sans doute cette circonstance qui inspira l'idée des chaussées en asphalte comprimé ; il n'y avait qu'à copier.

Un ingénieur suisse, M. Mérian, mit le premier cette leçon à profit; il construisit en 1849, dans la petite ville de Travers (canton de Neuchâtel), une chaussée en asphalte, posée à même sur le macadam de la route, et comprimée avec le rouleau ordinaire.

Malgré l'instabilité de son assiette et l'irrégularité de son entretien, cette chaussée étant encore en très bon état avant le grand incendie qui, il y a une vingtaine d'années, détruisit de fond en comble le village de de Travers.

Quelques mois plus tard, des essais furent entrepris à Paris, sans beaucoup de succès; les expérimentateurs ne pouvant s'astreindre à tant de simplicité, avaient cherché à compliquer le système en mélangeant à l'asphalte des huiles, des résines, toutes sortes de matières qui n'aboutissaient qu'à rompre l'homogénéité, et, par suite, la résistance absolue de la roche. Néanmoins, et quelque imparfaites que fussent ces tentatives, elles attirèrent l'attention de l'administration, préoccupée déjà de l'insuffisance du pavé et du macadam.

En 1850, M. Darcy, inspecteur général des ponts et chaussées, au retour d'une mission à Londres, où il était allé chercher un remède à la détérioration causée dans les chaussées de Paris par la circulation croissante des voitures déjà considérable, alors a, déclarait, dans un rapport adressé au ministre des travaux publics (1), « que la solution de la « question si importante et si controversée « de la viabilité dans les villes, se trouve « dans l'emploi judicieux de la roche asphal- « tique. » Il concluait en proposant d'en faire l'application sur une partie des boulevards.

C'est seulement en 1854 que la première chaussée en asphalte pur fut établie dans la rue Bergrèe sur les débris d'un essai où le bitume avait joué un rôle quelconque, mais dont la durée n'avait été que de quelques mois. Ce travail fut exécuté par la Compagnie générale des asphaltes, sous les ordres de M. Homberg, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et Vaudrez ingénieur ordinaire.

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1850. 4e cahier, page 231. Voir un extrait de ce travail ci-après. (Documents).

A partir de 1854, le système des chaussées en asphalte s'est développé dans Paris, suivant une rapide progression.

En 1854, les premiers travaux y occupaient une surface de 7 à 800 mètres carrés ; quatre ans plus tard, cette surface s'élevait à 8,000 mètres ; aujourd'hui, tant en chaussées publiques qu'en travaux particuliers, elle dépasse 300,000 mètres carrés.

La pratique de l'asphalte comprimé ne s'est pas faite en un jour. Il a fallu étudier longuement et assidument ce singulier produit afin de découvrir quelle nature de roche est préférable pour cet usage spécial, quelles précautions l'on doit prendre pour lui donner l'assiette qui lui convient, quelles méthodes d'application doivent être employées ; on a dû créer de toutes pièces une technologie particulière dont l'ignorance où la méconnaissance a plus d'une fois procuré des mécomptes dispendieux et inattendus comme nous allons le voir.

Il y eut en effet dans la carrière de l'asphalte comprimé, à Paris du moins, une éclipse dont nous avons déjà dit quelques mots au commencement de cet ouvrage,

mais sur lequel il nous est indispensable de revenir avec quelques détails ; car, de l'incident auquel nous faisons allusion, il est resté dans le public une impression fâcheuse qu'il importe de faire disparaître.

L'un des objets de ce livre, nous ne l'avons pas dissimulé, est de faire ressortir les qualités précieuses de l'asphalte et le rôle prépondérant qu'il doit jouer dans la voirie des grandes villes, le jour où il sera exactement apprécié pour ce qu'il vaut. Nous sommes donc tenu de le montrer tel qu'il est, et par conséquent de le défendre contre la défaveur injustifiée qui, en ces dernières années, a ralenti son essor dans la voirie parisienne, malgré l'opinion mainte fois exprimée des ingénieurs du service municipal, dont la compétence en telle matière ne laisse pas cependant d'avoir quelque valeur.

Voici maintenant en deux mots l'incident dont il s'agit.

Comme nous l'avons expliqué plus haut, c'est la Compagnie générale des asphaltes. propriétaire des mines de Seyssel qui a introduit en France vers 1854 le système des chaussées en asphalte comprimé. Jusqu'en

1878 elle était restée en possession d'exécuter et d'entretenir celles de la ville de Paris ; c'est dans cette période d'un quart de siècle, lentement avec des tâtonnements incessants, qu'elle était parvenue à rendre ses travaux aussi satisfaisants que le permettait la nature de leur assiette car, il faut le dire en passant, par de regrettables motifs d'éonomie on avait jusqu'alors persisté à placer la couche d'asphalte sur un lit de béton de chaux de mince épaisseur. Nous verrons dans les pages suivantes quelle influence cette défectuosité du sous-sol a sur la durée du travail.

En 1878, l'entreprise de la Compagnie générale étant venue à fin de bail, le conseil municipal de Paris décida que la construction et l'entretien des chaussées aphaltées seraient mis en adjudication.

C'était la ruine assurée du système. La suite l'a montré péremptoirement. En même temps, c'était une brèche ouverte dans le budget municipal, par où devaient s'écouler des millions dont nous ne dirons pas le nombre.

En effet, l'asphalte comprimée était un système si nouveau, et si peu étudié, en

dehors de ceux qui s'y étaient voués à titre de spécialistes, les matériaux en étaient si mal connus, que l'on devait forcément se trouver aux prises avec une double difficulté. D'une part, la nouvelle entreprise ignorait tout de ce qu'elle allait traiter, matières et pratique ; d'autre part, les surveillants et, il n'est pas offensant de le dire, les ingénieurs eux-mêmes, n'avaient sous la main que de très faibles moyens d'en contrôler la mise en œuvre.

Il arriva ce qui devait arriver. L'entreprise nouvelle, bien qu'elle se fùt entourée autant qu'elle l'avait pu d'un personnel emprunté à l'ancienne, exécuta mal ; elle employa, sous le nom d'asphalte, les matières les plus suspectes ; serrée de près par des prix insuffisants, elle substitua même à la roche d'asphalte naturel pulvérisée des mélanges incohérents, de la chaux, du sable, du pétrole. Le résultat final fut qu'après avoir construit, ou reconstruit, dans ces conditions, plus de 200,000 mètres carrés de chaussées la Société fut obligée, ces chaussées s'étant promptement transformées en bourbiers, de renoncer à leur entretien. Il est permis, de rappeler ici

car c'est un fait dont la fâcheuse notoriété n'est ignoré de personne, que cette entreprise a sombré en 1883, abandonnant son cautionnement, par malheur bien insuffisant pour couvrir la dépense de réfection de l'immense surface de chaussées asphaltées empoisonnée par ses produits.

A la suite de cette déconfiture, la ville de Paris, éclairée sur les inconvénients de l'adjudication ouverte, prit le sage parti de recourir au système d'adjudication restreinte, limitant étroitement les provenances des matériaux de façon qu'on fût certain de l'authenticité et de la bonté des matières premières employées. La Compagnie générale des asphaltes de France, évincée en 1878 par la force brutale du rabais à outrance, fut remise en possession de l'entreprise et, depuis cette époque elle travaille à substituer au prétendu asphalte naturel posé par ses prédécesseurs, de l'asphalte véritable provenant de ses mines. Déjà environ 80,000 mètres carrés ont été refaits ainsi et l'on compte que l'ensemble des chaussées asphaltées de Paris sera régénéré avant l'exposition de 1889.

On trouvera à la fin du volume la nomenclature des rues ainsi reconstituées jusqu'à cette heure.

Il convient de noter ici, en passant, un fait assez singulier et qui montre que le désastre que nous venons de raconter n'a pas été en tous points funeste à l'asphalte, bien qu'il ait laissé sur lui dans l'esprit du public un vernis fâcheux. L'entreprise dont nous avons dit la carrière et la chute avait obtenu que l'asphalte fût posé, au lieu d'un simple béton de chaux, sur un béton de ciment de 0^m15 à 0^m20 d'épaisseur. Cette amélioration dont nous expliquerons l'importance un peu plus loin, n'a pu sauver de la ruine le pseudo-asphalte en faveur duquel elle avait été accordée; mais l'entreprise actuelle en a hérité et c'est fort heureux ; car la détérioration spéciale à l'asphalte comprimé, connue sous le nom de *macarons* a complétement disparu. Nous reviendrons sur ce sujet en parlant de la pose de l'asphalte comprimé.

Ce petit historique des vicissitudes de l'asphalte comprimé à Paris ne serait pas complet si nous n'y ajoutions un dernier

épisode qui est venu mêler la note demi-plaisante à ces graves questions de voiries.

Au mois de septembre 1886, un Américain demanda à la ville l'autorisation d'exécuter rue de Rivoli sur l'un des points les plus fatigués de Paris un spécimen de chaussée bitumineuse de son invention destinée par sa résistance et son bon marché à supplanter toutes les chaussées asphaltées d'Europe. Bien que rendue fort prudente par les circonstances dont nous avons fait le récit plus haut, la Ville ne put se refuser à accueillir une proposition d'essai présentée dans des conditions parfaites de sécurité pour son budget. Aussi bien, l'inventeur affirmait, et prouvait par les certificats de plusieurs généraux américains, que plus d'un million de mètres carrés de chaussées d'asphaltes de son système existaient dans les villes des Etats-Unis (New-York excepté) et que l'effet en était merveilleux.

Une surface de 7,000 mètres lui fut accordée entre le Louvre et la rue du Temple. Pendant trois mois, de septembre aux premiers jours de décembre, la circulation des voitures y fut interceptée. Des nègres venus d'Amé-

rique exécutèrent le travail avec une lenteur de bon augure ; un petit rouleau à vapeur également américain, enluminé comme une image d'Epinal, se promena incessamment sur la surface bitumineuse, de façon à la comprimer avec une énergie considérable ; la rue fut débarrée le 5 novembre; le 9 novembre, c'est-à-dire trois jours après, des trous inattendus se manifestèrent le long des rails de tramways ; ils ne cessèrent, depuis, de se creuser; on eut beau les remplir de bitume d'abord, de cailloux ensuite rien n'y fit. La surface asphaltée entière ne tarda pas à s'en aller en bouillie sous les roues des voitures. Le 24 juin 1887, l'inventeur reçut l'ordre d'enlever au plus vite ce qui restait de son ingrédient.

Nous avons eu la curiosité d'analyser cette matière infaillible. Nous n'y avons trouvé qu'un grossier mélange de bitume de Trinidad brut, de goudron, de pétrole et de sable.

Il faut espérer que cette plaisanterie américaine sera la dernière épreuve que l'asphalte comprimé aura à traverser à Paris. Nous devons ajouter cependant que la ville, par considération pour les pertes subies par ces hardis

novateurs, leur a permis de faire un nouvel essai dans des proportions moindres et sous des conditions un peu différentes, sur le théâtre même de leur premier échec. Cette seconde expérience paraît devoir éprouver le même sort que l'autre, si l'on en juge d'après son état actuel. Nous n'aurions rien à critiquer dans ces tentatives un peu hasardeuses, qui sont faites aux risques et périls de leurs auteurs, si nous n'y trouvions, au point de vue de notre thèse, ce grand inconvénient de jeter une confusion regrettable dans l'esprit du public qui, ne sachant et ne pouvant discerner le véritable asphalte du faux, met naturellement sur le compte du premier les méfaits du second. L'asphalte comme on le voit, n'a guère fait autre chose jusqu'à présent que de recueillir de ces fâcheux héritages.

2° CONSTRUCTION DES CHAUSSÉES EN ASPHALTE COMPRIMÉ

Les opérations qui forment l'ensemble de l'application de l'asphalte aux chaussées sont :

Le broyage de la roche ;

Le chauffage de la poudre ;

Le transport de la poudre chaude à pied d'œuvre ;

L'étendage ;

Le pilonage ;

Le roulage.

Chacune de ces opérations exige un outillage spécial et un personnel d'ouvriers différents. Nous allons passer successivement en revue les uns et les autres.

Broyage. — Nous avons dit que la roche asphaltique était extraite à la mine en blocs de la grosseur des moëllons bruts ordinaires. Ces blocs sont pulvérisés dans des broyeurs mécaniques d'une grande puissance, composés, d'une première paire de laminoirs à dents qui commencent à déchirer la roche et la mettent en morceaux de la grosseur moyenne d'un œuf. En sortant du laminoir à dents, la roche tombe dans un pulvérisateur qui est l'un des appareils importants de l'opération.

Nous avons décrit au chapitre précédent celui de ces appareils qui, pour le moment semble convenir le mieux à ce genre de tra-

vail, le broyeur Carr. Il donne de la poudre relativement très fine qu'il est bon néanmoins de faire passer par un tamis, l'appareil ayant parfois des irrégularités de vitesse qui font varier la grosseur du grain obtenu. La poudre ramassée dans les tamis par un élévateur est conduite dans les réchauffeurs.

Chauffage. — La roche recueillie sous les tamis est propre à être chauffée.

Le chauffage s'effectue de deux façons.

— Sur le décrépitoir ;

— Dans les appareils rotatifs.

Le décrépitoir consiste en une plaque de tôle légèrement concave, de trois mètres de longueur sur deux mètres de large environ, chauffée par dessous au moyen d'un fourneau disposé *ad hoc*. On étend sur cette plaque chaude 7 à 800 kilogrammes de roche broyée; deux hommes munis de pelles agitent cette poudre de façon à en mettre successivement toutes les parties en contact avec la surface de chauffe, et en évitant cependant de trop la présenter à l'air froid. Au bout d'une heure environ, la poudre est arrivée à la tempéra-

ture de 120 degrés; elle est bonne à être employée.

La manœuvre du décrépitoir est une des plus délicates de toute la préparation; elle exige de l'ouvrier un soin et un tour de main particuliers. En effet, l'ouvrier doit obtenir la poudre également chaude dans toutes ses parties : il lui faut donc arriver à ce résultat difficile, de mettre le même nombre de fois et pendant le même temps chaque particule de poudre en contact avec la surface de chauffe. S'il laisse sans la chauffer suffisamment une portion de poudre, cette portion ne prend pas de cohésion à l'application, parce que les huiles d'imprégnation n'étant pas assez ramollies, ne peuvent plus servir de liant, et que, d'autre part, l'eau qui se trouve toujours en petite quantité dans la roche n'étant pas chassée à l'état de vapeur, s'oppose à l'adhérence. S'il laisse, au contraire, la poudre trop longtemps en contact avec la tôle chaude, cette poudre brûle, c'est-à-dire que son bitume se met en vapeur, et il ne reste qu'une matière sèche et pulvérulente, dénuée de toute aptitude à la cohésion. Les dégradations qui surviennent dans les chaussées en

asphalte, pendant le premier mois de leur mise en circulation, proviennent, à peu d'exceptions près, de l'emploi d'une poudre trop ou trop peu chauffée.

Le décrépitoir est un appareil essentiellement incomplet, en ce sens que la matière n'est chauffée que par son contact avec la tôle chaude. Elle perd naturellement une partie de sa chaleur acquise lorsque les particules chaudes se trouvent retournées et exposées à l'air froid. Cependant cet appareil primitif est encore employé pour les travaux de peu d'importance exécutés loin des grands chantiers de préparation. Nous avons dû, pour cette raison, le mentionner ici.

Mais l'appareil rationnel, celui qui paraît être définitivement entré dans la pratique des grands travaux est le chauffeur rotatif.

On peut se figurer un vaste brûloir à café, dont le cylindre mobile a 2 mètres environ de diamètre et 2 mètres de longueur, sa double enveloppe fixe porte une cheminée en tôle disposée de façon que l'air chaud envoyé par le foyer n'y parvient qu'après avoir léché toute la surface extérieure de ce cylindre. Le foyer lui-même, placé immédiatement sous le

cylindre, est mobile, en ce sens qu'il peut rouler sur un système de rails et s'effacer latéralement de façon à laisser libre la partie inférieure du cylindre. Il doit être expliqué que le cylindre mobile est monté sur un arbre central dont les extrémités se meuvent dans des paliers qui s'appuient sur l'enveloppe fixe, laquelle, portée elle-même par quatre pieds robustes, est indépendante du foyer.

Voici maintenant de quelle manière se fait l'opération du chauffage.

On introduit la poudre dans le cylindre par une trémie placée vis à vis un trou central formant vide annulaire autour de l'arbre ; la poudre tombe dans le cylindre qui, animé d'un mouvement très lent et pourvu de lames intérieures fixées selon les génératrices, ramasse cette poudre la remonte un peu plus haut que le niveau de son diamètre horizontal puis la laisse retomber en pluie dans l'air chaud qui remplit le cylindre. De cette façon la poudre est chauffée, d'abord par son contact avec la paroi métallique ensuite par l'air chaud dans lequel s'effectue sa chute.

Comme le mouvement du cylindre est parfaitement régulier, la poudre ne séjourne sur les lames qu'un temps déterminé et, lorsque l'opération est terminée, elle sort de l'appareil à une température uniforme.

Il arrive pourtant quelquefois que de petites portions de poudre se coincent dans l'angle formé par les lames et la parois intérieure du cylindre. A force d'être chauffées pendant leur séjour dans cette place, ces particules brûlent et forment une espèce de coke dont la présence au milieu de l'asphalte est nuisible, en ce qu'elle en rompt l'homogénéité. Nous avons fait disparaître cet inconvénient en munissant l'appareil d'un marteau qui, actionné par le cylindre, lequel est lui-même mis en mouvement par le moteur de l'usine, frappe sur le milieu de ce cylindre et en détache, à chaque sixième ou huitième de tour, les petits amas de poudre susceptibles de brûler. Cet expédient a parfaitement réussi.

Les appareils rotatifs employés pour les travaux de la ville de Paris chauffent, à 130° ou 140°, environ 1,200 kilogs de poudre en une heure.

Lorsque la poudre est jugée suffisamment chaude, on déplace le foyer, comme nous l'avons dit, en le faisant rouler sur ses rails. On amène à sa place le tombereau qui doit transporter la poudre chaude à pied d'œuvre; puis, on arrête le mouvement du cylindre, de façon qu'une porte pratiquée sur sa périphérie se trouve placée juste au-dessus du tombereau. On ouvre cette porte, et la charge de poudre tombe tout entière dans le véhicule. Lorsque celui-ci est parti, on referme la porte, on ramène le foyer à sa place, on recharge la cylindre et une nouvelle opération de chauffage commence.

Transport de la poudre chaude.

L'asphalte est mauvais conducteur de la chaleur. Cette propriété négative a singulièrement simplifié les difficultés de sa préparation en ce sens qu'elle permet de chauffer la poudre dans les dépôts et de la transporter chaude jusqu'au lieu d'emploi, sans lui faire perdre une partie appréciable de sa température.

En effet, la poudre chargée dans des tombereaux à parois métalliques et recouverte d'une bâche imperméable peut être conduite à huit ou dix kilomètres de l'atelier où elle a été chauffée, sans laisser en route plus de trois ou quatre degrés de sa température moyenne. Cette circonstance a permis d'exécuter les grands travaux de chaussées dans des proportions et avec une rapidité impossibles lorsque la préparation devait se faire sur place, comme cela se pratiquait dans l'origine de l'industrie.

Les tombereaux transportant la poudre chaude arrivent sur le chantier d'application aussi près que possible de l'endroit où elle doit être répandue. On en verse le contenu dans des brouettes qui desservent l'atelier des « comprimateurs ».

Répandage et compression. — L'étendage de la poudre chaude exige de la part de l'ouvrier qui l'exécute une habileté et une sûreté de main telles que les spécialistes de ce genre ne sont pas éloignés de se croire des artistes et tirent une certaine vanité de leur talent professionnel. Cet ouvrier est ordinai-

rement le chef de l'atelier. Son rôle est, en effet, des plus importants. Il doit, au moyen d'un simple rateau, égaliser la couche de poudre exactement à l'épaisseur nécessaire pour obtenir, après la compression, l'épaisseur définitive prescrite. Il lui faut en outre maintenir dans chaque partie de la couche un poids spécifique uniforme. On comprend en effet que si, sur certains points de la couche, la poudre étendue est plus tassée que sur les autres points il y aura là, après la compression, une bosse; et, de même, si en quelques places la poudre est plus légèrement versée, il se produit une flâche où plus tard les eaux séjourneront. Le chef d'atelier doit donc remuer avec les dents de son rateau le lit de poudre d'asphalte de telle façon que le poids de l'unité de surface de cette couche uniforme soit partout le même.

Pour expliquer cette nécessité, nous signalerons par exemple ce fait que, partout où une brouette a versé son contenu, la poudre, tassée par le choc de sa propre chute, formerait infailliblement une éminence si l'ouvrier avec son rateau n'en égalisait partout la densité.

Avant l'étendage, il va de soi que l'assiette de la chaussée doit avoir été préparée avec les soins convenables.

Nous avons dit qu'aujourd'hui l'on ne pose plus l'asphalte comprimé que sur un béton de ciment très résistant, de 0,15 à 0,20 d'épaisseur. (En Angleterre et en Allemagne, on porte cette épaisseur jusqu'à 0,22, et 0,25). Le sous-sol, lui-même, sur lequel le béton est coulé doit avoir été damé ou roulé de façon à devenir incompressible.

Avant la pose de la poudre chaude, le béton doit être sec et bien pris. Il est important de ne jamais répandre cette poudre sur des bétons encore humides. Car, si l'on néglige cette précaution, la chaleur de la poudre vaporise l'eau du béton mouillé ; cette vapeur, pour s'échapper, cherche un chemin à travers la croûte asphaltique, et la divise par une infinité de petites fissures, qui en détruisent toute la compacité. Une chaussée construite dans ces conditions est hors de service au bout de quelques mois. Il est certain que le laps de temps qui doit séparer la pose du béton de la pose de l'asphalte est une gêne pour la circulation, mais les admi-

nistrations municipales ne doivent pas hésiter à s'imposer cette gêne, plutôt que de compromettre un travail important, et de s'exposer à le refaire au bout de peu de temps. Du reste, l'emploi du béton de ciment limite à cinq ou six jours, au plus, cette attente.

On ne peut sans doute obliger une ville à choisir telle ou telle saison pour la construction de ses chaussées ; mais, il est certain que les applications d'asphalte comprimé réussissent beaucoup mieux et sont de plus grande durée quand elles sont faites par un temps sec. Cela se conçoit, d'ailleurs.

Il est essentiel que le terrain servant d'assiette soit solide, qu'il ne soit pas exposé à tasser, qu'il ne soit pas coupé par des sources ou des infiltrations d'où l'eau peut, à un moment donné, jaillir avec une certaine pression. En 1860, la ville de Paris a fait construire en asphalte, dans de pareilles conditions, la chaussée de la rue Neuve-des-Petits-Champs, au bout d'un an, il a fallu la reconstruire en entier.

Nous prenons la couche de béton bien séchée ; les ouvriers la recouvrent d'un lit de

poudre chaude, ayant 6 à 7 centimètres d'épaisseur, si la croûte définitive doit en avoir 4 ou 5, puis ils procèdent au pilonnage.

Pilonnage. — On commence par comprimer les lisières, c'est-à-dire les points où la poudre est en contact soit avec les bordures des trottoirs, soit avec un ouvrage d'asphalte précédemment comprimé. Si l'on a à continuer un travail commencé la veille, et interrompu par la nuit, on nettoie avec soin la tranche de la croûte asphaltique déjà froide, et on la recouvre de poudre chaude, puis on enlève cette poudre et on la remplace par celle qui doit être définitive. Celle-ci, comprimée vigoureusement, se soude facilement avec l'ouvrage de la veille; les joints, ainsi faits, s'aperçoivent à peine.

Le pilonnage des lisières se fait avec des pilons en fer rectangulaires, longs de 20 à 25 centimètres, et larges de 5 à 6; la surface comprimante en est réduite pour que la compression soit plus énergique. Lorsque les joints sont faits, on procède au pilonnage de la masse. On se sert pour cela de pilons en fonte de forme circulaire, ayant 0^m20 environ

de diamètre. Les pilons de l'une et de l'autre forme sont chauffés avant qu'on ne s'en serve, afin de ne point refroidir la poudre à comprimer.

Quand la croûte asphaltique est ramenée par le pilonnage à son épaisseur définitive, et qu'elle est parvenue au degré voulu de compression, on la recouvre, avec un tamis, de poudre très fine, qui remplit toutes les inégalités laissées par le pilonnage, et on lisse toute la surface avec un morceau de fer plat emmanché et chauffé au rouge naissant.

Roulage. — On complète la compression en faisant passer sur la croûte asphaltique encore chaude deux rouleaux en fonte, l'un de 200, et l'autre de 1,500 kil. ; quelquefois on en emploie trois ; le rouleau intermédiaire pesant 7 à 800 kil.

Ce roulage n'est pas toujours nécessaire, et dans beaucoup de cas, on a jugé à propos de le supprimer. On n'est pas encore bien certain que le pilon ne soit pas suffisant.

Un ingénieur allemand le professeur Dietrich, qui s'est occupé des questions d'asphalte, a imaginé de remplacer le pilonnage

à la main par une pilonneuse mécanique marchant à la vapeur. Le procédé avait été tenté à Paris il y a une vingtaine d'années, sans succès. Cette première tentative avait échoué parce que l'inventeur actionnait chaque pilon de sa machine par un petit piston à vapeur. Il en résultait que la puissance de compression étant nécessairement irrégulière, la chaussée asphaltée présentait des inégalités de dureté très préjudiciables à son uniformité et à sa durée. Dans l'appareil du professeur Dietrich les pilons agissent uniquement par leur poids qui est assez lourd. Ils sont soulevés, chacun par une came, et retombent successivement en produisant un effet plus ou moins grand suivant la hauteur à laquelle ils sont hissés, mais en donnant tous le même travail c'est le *desideratum* exigé de l'outil.

Cependant la pilonneuse du professeur Dietrich ne s'est pas répandue. Soit sa complication, soit son poids et la difficulté de la mouvoir, soit son prix, l'ont empêchée jusqu'ici, croyons-nous, de sortir de Berlin.

Personnel de l'atelier. — L'installation d'un chantier de pose de l'asphalte comprimé est

une opération relativement assez compliquée; elle comporte un outillage important, un personnel nombreux et qui doit être expérimenté pour éviter les lenteurs dans l'exécution du travail.

Outre le chef de chantier, chargé d'étendre la poudre chaude, il y a les *pilonneurs* qui, chaussés d'espadrilles, suivent l'étendage de la poudre en la frappant, d'abord avec précaution, pour ne pas la faire jaillir à droite et à gauche, ensuite énergiquement pour activer la compression. Suivent les *rouleurs*, chargés d'égaliser avec un rouleau de fonte, chauffé par un foyer intérieur, les inégalités laissées par les *pilonneurs*, appelés aussi *comprimateurs*. Puis, les *lisseurs* promènent sur la surface un fer chaud, semblable à celui des tailleurs et fixé à l'extrémité d'un manche, afin de faire disparaître les petites aspérités qui pourraient devenir des germes de détérioration. Enfin les *sableurs* saupoudrent la chaussée d'un sable fin destiné à donner à la surface une légère rugosité pour diminuer son glissement.

Direction du travail. — Lorsque la chaussée à exécuter est celle d'une rue ou la circula-

tion des voitures peut être interdite pendant la durée des travaux, on prend la rue sur toute sa largeur, et on pousse le travail sans faire de joints, en étendant la poudre au fur et à mesure que celle précédemment posée est pilonnée, puis roulée. Le soir seulement, au moment où les ouvriers quittent la place, on laisse les éléments d'un joint, auquel viendra se souder le travail du lendemain.

Si la chaussée ne peut être occupée que sur la moitié de la largeur, on procède de la même façon sur cette moitié, et l'on n'entreprend l'autre que lorsque celle-ci a été livrée à la circulation. Ce système a pour inconvénient de laisser un joint sur l'arête de la chaussée, mais lorsque ce joint est bien fait, il n'y paraît pas dans la suite.

Une chaussée ainsi construite peut être livrée aux voitures quelques heures après le dernier roulage, qui, lui-même, suit l'étendage de la poudre à moins d'une demi-heure d'intervalle.

Construite avec ces précautions et de bonnes matières premières, sur une assiette invariable, la chaussée en asphalte comprimé est certainement l'idéal de la chaussée des

grandes villes. Nous verrons dans les pages suivantes quels avantages elle présente sur tous les autres systèmes connus, non pas seulement au point de vue de l'élégance, du confort et de l'hygiène publique, mais encore au point de vue du prix et de la durée. Nous indiquerons ensuite les usages encore peu connus auxquels l'asphalte comprimé peut se prêter.

Entretien des chaussées. — La chaussée terminée et livrée à la circulation il faut pourvoir à son entretien.

L'entretien se compose de deux sortes d'opérations : les réparations des parties détériorées accidentellement et celles des surfaces dégradées par certaines nécessités de service, comme par exemple les tranchées de gaz ou d'égout.

Dans beaucoup de grandes villes étrangères, (on commence à faire de même à Paris), on a maintenant la sage précaution de rejeter, autant que faire se peut, sous les trottoirs les égouts, les tuyaux de distribution d'eau et de gaz. On évite ainsi de fréquents rema-

niements de la chaussée, dont l'asphalte comprimé souffre naturellement plus que le pavé. A Paris où, dans beaucoup de rues asphaltées, ces canaux et tuyaux sont encore sous la chaussée il arrive souvent que l'on doit y pratiquer des tranchées à travers l'asphalte, le béton et le sous-sol.

Lorsqu'il s'agit de refermer cette tranchée, on est obligé, après le remblai du sol, de le tasser énergiquement afin qu'il ne se produise pas de dénivellation à la surface ; puis, le béton est reconstruit sur l'emplacement où il a été enlevé et l'asphalte posé sur le béton de la manière ordinaire.

L'opération est simple ; toutefois, deux précautions doivent être expressément recommandées pour éviter les détériorations ultérieures.

La première, c'est que, lorsqu'on enlève l'asphalte pour commencer le creusement de la tranchée, on ait soin de découper au ciseau la portion à détacher sans la soulever avec la pioche pour la casser. Ce soulèvement a pour effet de compromettre les parties qui doivent être conservées, en les fendillant par dessous, et cela suffit pour que de graves

désordres s'en suivent plus tard dans cette région de la croûte asphaltique.

La seconde précaution consiste à chauffer les bords de la couche asphaltée limitant le trou de la tranchée, avant de verser la poudre chaude destinée à refaire la partie manquante. Il importe que la soudure soit parfaite ; car, cette soudure se trouvant généralement en ligne droite dans la direction du mouvement des voitures, si l'adhérence de l'ancienne surface asphaltée avec la neuve n'était pas complète, la fente pourrait s'ouvrir et devenir le germe d'une détérioration.

L'entretien au point de vue des détériorations accidentelles est plus compliqué.

La croûte asphaltique peut dépérir accidentellement de deux façons ; par dessous ou par-dessus.

Les détériorations produites par la production de ce que l'usage a désigné sous le nom de *macarons* proviennent principalement, comme nous l'avons dit précédemment, de la vaporisation de l'humidité sous-jacente, ou bien de l'ascension de l'eau qui se trouve fortuitement emprisonnée entre l'asphalte et le béton et que la pression déterminée par le

roulage des voitures force à pénétrer dans la couche. Cette vapeur et cette eau découpent l'asphalte en menus fragments et, peu à peu, par des fissures verticales plus ou moins multipliées, viennent jusqu'à la surface ; les roues des voitures rencontrant ces parties désagrégées y creusent un trou qui, s'il n'est réparé promptement, finit par s'approfondir jusqu'au béton. Le seul remède à ce mal est d'enlever toute la partie malade et de la remplacer par de l'asphalte neuf, en ayant soin de chauffer les bords de la partie saine de façon à obtenir une soudure parfaite, comme nous l'avons expliqué un peu plus haut.

Nous devons dire qu'autrefois la production des *macarons* était singulièrement favorisée par la mauvaise qualité du béton qui, se désagrégeant sous l'action de la circulation, contribuait à désagréger l'asphalte lui-même. Aussi, ce genre de détérioration est-il devenu fort rare depuis que l'on ne pose plus l'asphalte comprimé que sur une assiette de béton de Portland inébranlable et sèche. Les défauts les plus fréquents aujourd'hui sont ceux qui prennent naissance à la surface

supérieure de la couche et se propagent de haut en bas.

Il est bien entendu que nous ne parlons ici que des chaussées construites convenablement, par des ouvriers expérimentés, avec des matériaux de choix ; les autres, comme celles dont Paris a été infesté de 1878 à 1884 et partiellement dans le courant de 1887, comportent d'autres accidents auxquels nul entretien ne peut rémédier. Il n'entre pas dans le cadre de cette étude d'examiner les moyens d'entretenir des ouvrages qui *a priori* doivent être proscrits de tout sérieux travail de voirie.

Les détériorations de la surface sont généralement de peu d'importance, si l'on a soin de les surveiller et d'y porter remède dès leur origine. Tantôt des creux se sont formés sous le passage des voitures lourdement chargées, ou qui ont séjourné trop longtemps sur l'asphalte très chauffé par le soleil d'été ; tantôt des matières étrangères, bois, fer ou pierre se sont trouvées emprisonnées dans la couche d'asphalte et y ont introduit un germe de destruction ; d'autres fois ce sont des eaux grasses ou ménagères qui, lancées d'une

façon trop suivie dans les caniveaux, dissolvent à la longue le bitume de l'asphalte et forment des lèpres qui, lentement, s'élargissent et se creusent. L'asphalte comprimé est une matière homogène et exclusive qui ne supporte la présence d'aucun corps étranger. Il faut que, plus ou moins promptement, ce corps soit expulsé en laissant à sa place un vide qui doit être comblé sous peine de devenir le point de départ d'une désagrégation plus ou moins importante.

Lorsque cette détérioration est assez profonde pour atteindre le béton, ou s'en approcher, il faut procéder comme nous l'avons expliqué plus haut : découper l'asphalte sur toute sa profondeur et remplir le trou ainsi formé avec de la poudre chaude que l'on pilonne dans les conditions ordinaires.

Si le défaut ne dépasse pas une profondeur de quelques millimètres, il est inutile de sacrifier toute l'épaisseur saine de la couche. Nous avons indiqué pour ce cas un procédé qui s'applique depuis quelques années avec un complet succès.

Dans un petit fourneau roulant on fait chauffer une plaque en fer de 10 à 12 m/m d'épaisseur que l'on pose sur la partie de chaussée à réparer. La chaleur de la tôle ramollit la couche asphaltique que l'on peut ensuite gratter et enlever à la profondeur nécessaire pour que tout germe de détérioration soit extirpé. Tandis que la plaie est encore chaude, on y répand une couche de poudre neuve que l'on pilonne jusqu'à ce qu'elle ait pris exactement le niveau de la chaussée. Au bout d'une demi-heure, on peut livrer l'emplacement à la circulation.

Ce mode de réparation est aussi très efficacement employé à la rectification des flâches qui souvent se trouvent à la surface de l'asphalte comprimé sans qu'elle ait cessé pour cela d'être saine. Ces flâches qui proviennent, la plupart du temps, d'une inégale répartition de la poudre au moment de la pose, peuvent être assez profondes pour former en temps de pluie des petits lacs longs à sécher et désagréables pour les piétons. On se borne à réchauffer au moyen de la tôle rouge dont nous avons parlé la surface flâcheuse pour la ramollir et la rendre propre

à la soudure ; on la gratte légèrement, puis on y répand la quantité de poudre chaude nécessaire pour qu'après pilonnage la dépression soit comblée. La soudure alors est parfaite et la flâche a disparu.

L'entretien est en général un service compliqué, en ce que le travail à faire est indéfiniment fractionné et dispersé sur des points nombreux ; une entreprise bien ordonnée doit s'appliquer à organiser des ateliers de réparation ambulants comportant tout l'outillage et tout le personnel nécessaires afin d'exécuter le plus rapidement possible. Ce service doit se faire la nuit, après qu'un examen de jour aura nettement déterminé la nature des détériorations à réparer, leur importance et le genre d'outils à y employer.

3° AVANTAGES DES CHAUSSÉES EN ASPHALTE COMPRIMÉ

Si les vicissitudes imméritées qu'a traversées ce système et dont nous avons précédemment parlé, n'étaient venues jeter sur

lui une sorte de discrédit, nul doute qu'il en fût appliqué à l'heure qu'il est dans tout le Paris central.

Les avantages qu'il présente sur tous les autres systèmes de pavage sont en effet tels, (même sur le pavage en bois comme nous le montrerons un peu plus loin), qu'il ne faut pas moins qu'un préjugé obstiné autant qu'irréfléchi, pour que son emploi soit encore aussi limité dans Paris ; alors surtout que dans nombre d'autres villes, qui nous l'ont d'ailleurs emprunté, il a pris une extension extraordinaire.

Après avoir expliqué la manière dont on le met en œuvre, nous allons en quelques mots exposer ses principales qualités et les mérites qui en font la chaussée de l'avenir.

Construite comme nous l'avons indiqué plus haut, et avec les précautions que l'expérience a enseignées, la chaussée en asphalte comprimé jouit des propriétés suivantes :

Elle est éminemment hygiénique.

Elle ne produit ni boue ni poussière.

Elle est insonore.

Elle diminue d'une manière très-notable le tirage des chevaux.

Elle réduit les frais d'entretien des voitures dans une proportion qu'il est difficile de fixer en ce moment, mais qui, lorsque des quartiers tout entiers seront asphaltés, ne peut manquer d'être considérable. Car, l'absence de chocs et de cahots influe très certainement, et c'était du reste l'opinion de M. Darcy, sur la durée et la stabilité des constructions riveraines.

Enfin elle est de toutes la plus économique de pose et d'entretien.

Nous avons dit que les chaussées en asphalte ne produisaient ni poussière, ni par conséquent de boue; en effet, elles ne s'usent pas d'une manière appréciable ; elles diminuent d'épaisseur, il est vrai, pendant la première année de service, mais surtout parce que, la circulation des voitures, achevant le travail commencé par les pilons et le rouleau, continue à comprimer la croûte asphaltique jusqu'à ce qu'elle ait pris la dureté et la densité du calcaire le plus compacte. Après ce premier effet passé, l'usure annuelle varie de 1 à 5 millimètres par an, selon la fatigue de la chaussée. La matière asphaltique ne donne donc naissance ni à la poussière

ni à la boue ; elle reçoit seulement celles apportées des chaussées environnantes, ou produites par le fumier des chevaux et les ordures rejetées des maisons voisines ; un lavage journalier suffit pour l'en débarrasser.

Les chaussées en asphalte sont insonores. Nous n'avons besoin d'insister sur un pareil avantage, dont la valeur s'apprécie surtout aux environs des grandes administrations, des bibliothèques, de tous les établissements où le silence est nécessaire. Aussi est-ce précisément devant les ministères de la rive gauche, devant l'hôtel du Crédit foncier, devant le Palais-Royal et la Bibliothèque Nationale que les premières applications en ont été faites. Des pétitions sont à chaque instant adressées à M. le Préfet de la Seine, par les habitants des rues bruyantes, pour obtenir que l'asphalte y remplace le pavé. D'autres réclament le pavage en bois ; nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de cette préférence. Quelques personnes reprochent à l'asphalte, comme un grave défaut, cette insonorité, qui semble cependant être une de ses plus précieuses qualités : « On n'entendra

« pas, dit-on, venir les voitures, et l'on sera « sans cesse exposé à se faire écraser. » Je ne crois pas que, dans l'espèce, l'absence du bruit puisse être plus dangereuse que le bruit lui-même ; on risque autant de se faire écraser quand on entend vingt voitures à la fois que lorsqu'on n'en entend aucune. Sur l'asphalte d'ailleurs, si l'on n'entend pas le bruit assourdissant de la rue, on distingue parfaitement le coup de sabot du cheval qui est un avertissement très suffisant pour le piéton ; le pavage en bois, en absorbant complètement les deux bruits, est beaucoup plus dangereux, il pousse l'insonorité au-delà de ce que commande la sécurité du passant.

Le tirage des chevaux est sensiblement moindre sur l'asphalte que sur le pavé ou sur le macadam fraîchement rechargé ; il est facile de s'en convaincre en examinant les différences d'efforts musculaires exercés par les chevaux attelés, lorsqu'ils passent de l'une à l'autre chaussée ; on peut faire la même remarque sur les hommes conduisant des voitures à bras.

Cette observation n'est cependant pas exacte pour toute espèce de voitures : celles

à jantes étroites, comme les omnibus, lorsqu'elles sont très chargées, surtout en été, donnent une traction un peu supérieure sur l'asphalte que sur le pavé ; parce qu'il y a alors pénétration dans la matière, qui, comme l'on sait, ne perd jamais complétement son élasticité. Les voitures dans lesquelles l'épaisseur des roues est maintenue en juste proportion avec leur charge, roulent au contraire, plus facilement sur l'asphalte que sur le pavé ou le macadam.

Il semble de prime-abord évident que l'entretien des voitures doit se ressentir d'une manière très notable de la suppression des cahots. M. Darcy, dans le mémoire que nous avons cité plus haut, estimait que les frais d'entretien et de renouvellement des chevaux et des voitures diminueraient de moitié, si au lieu de circuler sur les pavés, ils circulaient sur l'asphalte. En admettant cette proportion, que M. Darcy regarde comme un minimum, on trouverait, en l'appliquant aux chiffres indiqués par M. le Préfet de la Seine, et en évaluant à 120 francs les frais d'entretien et de renouvellement des chevaux, (les compagnies d'assurances demandent à elles

seules 10 p. 0/0 par an de la valeur des chevaux), et à 300 francs en moyenne ceux d'une voiture :

45,000 chevaux à 120 fr. l'un...	5,400,000
39,000 voitures à 300 fr. l'une...	11,700,000
	17,100,000 (1)

dont la moitié, soit 8,500,000 fr., représenterait l'économie annuelle réalisée par les chaussées en asphalte au profit des propriétaires de chevaux et de voitures, en supposant que tout Paris fût asphalté ; pour avoir l'économie actuelle, il n'y aurait qu'à établir le rapport entre le total des surfaces asphaltées et celui des surfaces pavées.

Nous n'insistons pas sur l'influence que la suppression des cahots peut exercer sur la stabilité des maisons ; c'est une opinion personnelle à plusieurs ingénieurs d'une autorité respectable, mais qu'il est difficile d'appuyer par des chiffres.

(1) Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que le nombre des voitures circulant dans Paris a singulièrement augmenté depuis l'époque ou M. Darcy écrivait (1850) ; nous devons ajouter aussi que satisfaction a été donnée à son vœu, dans une certaine mesure.

A tous ces avantages des chaussées en asphalte, avantages incontestés aujourd'hui, on a opposé un inconvénient, qui, s'il était aussi réel qu'on l'assure, aurait certainement une extrême gravité.

On a dit que l'asphalte est impraticable aux chevaux de luxe, et particulièrement aux chevaux de selle, parce qu'il est trop glissant. Nous demandons la permission d'entrer dans quelques développements sur ce point, et de rectifier une erreur à laquelle les apparences ont, il est vrai, donné les allures d'une réalité.

Les chaussées en asphalte, lorsqu'elles n'ont pas de trop fortes pentes, ou un bombement trop prononcé, ne sont pas plus glissantes que le pavé de porphyre ; le service municipal s'en est assuré à plusieurs reprises par des comptages faits avec grand soin. Voici un des résulats de ces comptages.

On a relevé, pendant deux mois de suite, le nombre des chevaux abattus dans la rue de Sèze, pavée alors en blocs de grès cubiques de 0, 23, et dans la rue Neuve-des-Capucines, dont la chaussée est en asphalte comprimé.

On a trouvé dans la rue de Sèze un cheval abattu sur 1,409 circulants.

Dans la rue Neuve-des-Capucines, un cheval abattu pour 1,308 circulants.

La proportion est donc en faveur de l'asphalte.

Le macadam seul avait, au point de vue du glissement, l'avantage sur l'asphalte. Cet avantage est indiscutable et doit être apprécié par tous les propriétaires de chevaux de luxe : mais, outre que cette supériorité n'a d'intérêt que pour un nombre relativement très limité de personnes, elle ne saurait être mise en balance avec les nombreux et insupportables défauts des chaussées empierrées. Il n'est pas d'ailleurs bien certain que, même pour les chevaux de luxe, le macadam soit désirable ; car, s'il est vrai que les chutes y soient rares, il est vrai aussi qu'un cheval abattu sur une chaussée macadamisée et nouvellement rechargée est ordinairement un cheval perdu.

La chaussée en asphalte n'est pas glissante par elle-même ; elle acquiert cette fâcheuse propriété, soit par l'importation de la boue qui reflue des chaussées pavées du voisinage,

soit par la formation de la poussière savonneuse provenant du fumier des chevaux, et qui, dispersée par les roues des voitures, finit par enduire toute la surface. Cette poussière, déjà glissante à l'état sec, le devient davantage encore lorsque le brouillard ou une pluie fine l'humecte et la transforme en une boue grasse, qui lubrifie la surface et la rend éminemment propre au glissement.

Rien n'est plus simple et plus facile que de faire disparaître cette boue ; un lavage à grande eau, exécuté toutes les vingt-quatre heures au moyen des bouches d'arrosage, suffit pour en débarrasser la chaussée. Lorsque la circulation est telle que l'arrosage en devienne difficile, on se contente de saupoudrer la surface d'une très légère couche de sable. Il est à remarquer que la boue du macadam ne rend pas la chaussée asphaltique glissante, comme fait la boue du pavé ; les passerelles des Champs-Elysées lorsqu'elles étaient en asphalte et constamment recouvertes par la boue de la chaussée empierrée, n'ont jamais donné lieu à aucun accident.

En somme, les chaussées en asphalte, lorsqu'elles sont tenues propres, ce qui est aisé, ne sont pas plus dangereuses que les autres; ceci ressort de toutes les observations (1), et l'on peut s'en rapporter, pour l'exactitude de ces observations, à la prudence des ingénieurs du service municipal, qui les ont faites. Nous pensons que la frayeur de l'inconnu, une défiance naturelle pour tout ce qui est nouveau et peut-être aussi les accidents survenus à l'origine des essais, lorsque le système d'entretien était encore à l'état d'étude, ont seuls donné naissance à une crainte que rien ne justifie plus, mais qui, comme toutes les craintes sans fondement, ne s'effacera pas de longtemps. Le public est d'ailleurs enclin à se frapper des faits insolites, et à leur donner des proportions exagérées, tandis qu'il en laissera passer d'autres très graves, sans y prendre garde, parce qu'il y est habitué; il remarquera un cheval tombé sur l'asphalte, il en parlera comme d'un événement, et il en concluera volontiers que l'asphalte est dangereux;

(1) Voir aux *Documents* l'opinion de M. le colonel Harpvood sur ce sujet.

tandis qu'en voyant un cheval s'abattre sur le pavé, il ne s'avisera jamais d'en déduire que le pavé est glissant. Qu'un effroyable accident de voiture arrive, qu'une diligence roule dans un précipice et s'y perde corps et biens, rien n'est plus ordinaire ; depuis plusieurs milliers d'années, les voitures versent dans les précipices ; mais que deux trains se rencontrent, qu'un voyageur y perde la vie, peu s'en faudra que les journaux ne réclament la suppression des chemins de fer.

Parmi les objections faites, en ces derniers temps, surtout aux chaussées en asphalte, nous avons relevé, avec curiosité, celle-ci tombée plusieurs fois de lèvres officielles « l'asphalte est un pavage de luxe ». Nous nous demandons en quoi un système de pavage qui, à durée égale, coûte moins à la ville que tous les autres, peut passer pour un pavage de luxe. Parce qu'il est plus propre, moins bruyant et plus salubre, on ne doit pas nécessairement le condamner et, si c'est un luxe économique, loin de le bannir il faut en faire profiter le plus grand nombre. Dans une rue comme la Chaussée-d'Antin, par exemple, où l'entretien du pavé

coûte au moins 4 fr. par mètre et par an, si on lui substituait par hasard l'asphalte dont l'entretien coûte moitié moins, on se saurait prétendre qu'un pavage « de luxe » a remplacé un pavage populaire. De ce que les riverains et les passants seraient débarrassés de la boue, de la poussière, du tapage et de l'action délétère des miasmes de la rue, on n'en devrait pas conclure, pensons-nous, qu'ils ont été favorisés, dans leur confortable, aux dépens des classes déshéritées.

Le vrai luxe de la chaussée asphaltée, c'est son caractère hygiènique que nous ferons ressortir tout à l'heure.

4° Comparaison technique et économique entre la chaussée en asphalte comprimé et le pavage en bois.

Nous avons, depuis longues années, posé dans nos diverses publications sur la matière ce principe, que la chaussée de l'avenir, celle qui répond aux besoins nouveaux et aux exigences futures de la circulation sans cesse croissante dans les grandes villes, doit

être une surface élastique ; un simple matelas interposé entre les roues des voitures et l'assiette résistante du sol. Ce principe paraît être, depuis quelque temps, passé dans le domaine de la pratique ; des voix officielles l'ont proclamé ; il n'est plus maintenant ni méconnu, ni même discuté.

Il est en effet hors de doute que les matériaux durs sont impuissants désormais à supporter le trafic exorbitant que les conditions actuelles du commerce et de l'industrie font dans certaines villes, à un grand nombre de rues. A Paris, par exemple, ce trafic atteint en quelques quartiers des proportions presque invraisemblables. Nous lisons dans un rapport de M. Barabant, ingénieur en chef des ponts et-chaussées, qu'en 1885 la circulation journalière des voitures était, dans l'avenue de l'Opéra, de 35,000 colliers, et de 42,000 dans la rue de Rivoli. Au coin de la rue du Louvre le mouvement a encore augmenté depuis cette époque. On ne peut guère se demander sans inquiétude ce qu'il sera pendant l'exposition de 1889.

Sous cette effroyable circulation, aucun pavage de grès ne pourrait tenir six mois;

il faudrait employer le porphyre à joints serrés ; mais, alors, le glissement deviendrait tel qu'il équivaudrait à une impossibilité. Dans la rue Lafayette, où la circulation moindre comme nombre est encore plus redoutable comme fatigue, à cause du lourd trafic qui s'y fait, on a essayé de poser du pavé de grès sur béton ; sans parler du tapage intolérable que cette superposition produit, on remarque que beaucoup de pavés sont broyés comme des morceaux de sucres et s'en vont en lambeaux.

Il n'y a donc désormais, et c'est là une opinion qui gagne rapidement du terrain, qu'une ressource pour obtenir, dans certaines rues des grandes capitales ou des villes industrielles, une voirie durable, c'est, nous le répétons le système qui consiste à placer entre le sol résistant et la circulation des voitures une couche relativement élastique destinée à amortir les chocs, à rendre le roulement plus doux et à protéger ainsi l'assiette de la chaussée. On y gagne par surcroit l'insonorité et la propreté qui ne sont point choses à dédaigner.

Durant une vingtaine d'années l'asphalte

comprimé s'est trouvé en possession de procurer seul ce désirable résultat. Malheureusement, tombé dans des mains inhabiles, exploité pendant cinq ou six ans par des financiers véreux, il n'a pu donner de suite la mesure de ses forces; c'est seulement depuis quatre ou cinq ans que, placé dans d'autres conditions, il a montré tout ce qu'il valait. Nous avons expliqué ceci précédemment.

Aux environs de 1880 un autre système, basé sur le même principe s'est révélé à Paris, après avoir fait ses premiers pas avec des fortunes diverses en Amérique et en Angleterre : c'est le pavage en bois.

Il ne nous appartient pas de faire ici un parallèle en règle entre les mérites de l'asphalte et ceux du pavage en bois. Notre spécialité nous attachant étroitement à l'asphalte nous ne saurions discuter le bois avec l'impartialité nécessaire. Toutefois, nous ne pouvons nous dispenser de traiter ici cette question, en exposant simplement les conditions des deux seuls modes de pavage qui jusqu'ici ont répondu au *desideratum* que nous avons énoncé plus haut.

Le pavage en bois, tel qu'il est actuellement en usage à Paris consiste en une couche de béton de ciment d'une épaisseur relativement considérable (0,18 à 0.20), sur laquelle sont placés des parallèlipipèdes de sapin résineux, disposés de façon à avoir leurs fibres verticales et séparés par des joints d'environ 0,01 de vide. Selon les diverses entreprises ces joints sont remplis, soit de mortier ordinaire, soit de sable, soit de goudron, soit de mastic d'asphalte, soit enfin de deux ou plusieurs de ces matières mélangées ou superposées. Les blocs de bois ont été préalablement trempés dans une matière bitumineuse; mais non imprégnés par elle.

Cette couche de bois de 0,12 à 0,15 d'épaisseur constitue le matelas élastique sur lequel s'accomplit la circulation de la rue.

Nous avons dit, dans un autre chapitre, les points faibles de l'asphalte comprimé. Sans vouloir, nous le répétons, établir de parallèles entre les deux systèmes, nous pouvons bien exposer ici ceux du pavage en bois. Nous avons d'autant mieux le droit de le faire que loin de critiquer ce genre de pavage nous pensons que son rôle est marqué dans la

voirie des grandes villes, à côté de l'asphalte. Tous deux peuvent et doivent y vivre en bonne intelligence, sans empiéter sur le domaine l'un de l'autre. C'est à tort, que dans des intérêts commerciaux mal compris, on s'est appliqué à exciter entre eux une rivalité qui n'a aucun sens. Le bois convient aux larges voies ou l'air circule avec abondance, balayant les miasmes et asséchant rapidement le sol, telles que l'avenue des Champs Elysées à Paris ; mais il ne doit pas, sous peine de graves dommages pour l'hygiène publique, pénétrer dans les rues étroites, dans celles surtout que leur orientation dérobe à l'action des grands courants atmosphériques ; celles-là sont forcément dévolues à l'asphalte.

Car, là est la différence capitale entre les deux procédés. Tous deux répondent à merveille à la condition que nous indiquions tout à l'heure : élasticité relative de la surface ; la question de prix et de durée demeurant réservée jusqu'à nouvel ordre. Mais, tandis que l'asphalte représente la chaussée hygiénique par excellence, le bois au contraire est un accumulateur d'humidité et de

principes malsains qui, s'il était trop multiplié dans les grandes villes, pourraient devenir la source de dangereuses atteintes à la santé publique. Déjà, pour ce motif, il a été exclu des pavés de Londres (1), de Berlin et de plusieurs villes populeuses d'Amérique. Ce n'est pas sans quelque appréhension qu'on le voit s'étendre dans Paris jusqu'à des rues qui devraient, par prudence, lui être interdites. La douceur de son roulage et l'agréable aspect qu'il présente quand il est neuf expliquent cet engouement sans le justifier.

Encore une fois, nous ne critiquons pas le système, dont nous reconnaissons tous les mérites ; nous ne combattons que l'abus qu'on en peut faire. Et nous ne faisons là que prendre en considération les expériences déjà tentées à l'étranger avec moins de fougue qu'en France, il faut le reconnaître.

Un ingénieur allemand, que nous avons déjà cité et qui a traité avec compétence les questions de pavage, le professeur Dietrich envoyé par son gouvernement dans les capitales de l'Europe et dans les grandes

(1) Voir aux *Documents*.

villes des Etats-Unis pour y étudier le sujet sur place, a publié récemment un rapport des plus importants qui condamne absolument le pavage en bois. Son jugement a été ratifié par les autorités allemandes ; non seulement le pavage en bois a été rigoureusement écarté de Berlin, mais un essai fait, il y a quelques années, dans cette ville a été récemment supprimé et remplacé par de l'asphalte. C'est une rigueur excessive et nous avons lieu de croire que le professeur Dietrich épouvanté des résultats obtenus par les Américains ne s'est pas rendu un compte exact des causes qui ont amené les désastres dont il a été le témoin. Si les chaussées en bois des Etats-Unis se sont aussi promptement pourries et transformées en bourbiers, c'est sans doute que les essences employées étaient mal choisies, insuffisamment résineuses, négligemment mises en œuvre et assises sur un sol peu résistant. Attaquées par l'humidité, à la fois en-dessous et en-dessus, en même temps que chaque pavé était ébranlé dans son alvéole, elles ne pouvaient manquer de périr. Etablies dans ces conditions sous n'importe quel climat, elles

eussent été condamnées d'avance à une destruction rapide.

A Paris, on a procédé autrement. Les chaussées de bois, les premières surtout, ont été construites avec un soin et des précautions qui leur assuraient une plus sérieuse durée. Mais, bien que ses inconvénients en eussent été ainsi fort atténués, le bois n'en conservait pas moins le plus grave de ses défauts, celui de s'imprégner trop facilement de l'humidité de l'atmosphère et, ce qui est plus fâcheux encore, de toutes les impuretés liquides de la rue. C'est surtout lorsque le pavé commence à s'user et à prendre cet aspect *de brosse à dents* que produit la désagrégation de ses fibres à la surface, que sa nature spongieuse, en s'accentuant, devient plus accessible à cette imprégnation. Cet effet est généralement dans toute son intensité au bout de deux ou trois ans.

Il doit nous être permis de mettre en face de cette imperfection la propriété spéciale à l'asphalte d'être, lui, absolument réfractaire à toute espèce d'imprégnation aqueuse ; l'eau n'y peut pénétrer, fut-ce à la profondeur d'une fraction de millimètre ; il est par nature

aussi complètement hydrofuge que le serait une couche de caoutchouc. Tout le monde peut d'ailleurs se rendre compte de la différence en se tenant, après la pluie, sur un point où le pavage en bois est voisin de l'asphalte ; par exemple, à l'endroit où la rue Richelieu débouche sur la place du Théâtre Français. Au bout d'une demi-heure de beau temps l'asphalte est complètement sec ; tandis que le bois demeure imbibé d'eau, qui pendant plusieurs heures, quelquefois pendant plusieurs jours, sert de véhicule aux détritus de la rue, aux urines des chevaux, à toutes les impuretés de la circulation ; ces matières pénètrent les fibres et s'y logent ; puis, lorsque le soleil, en les évaporant, les restitue à l'atmosphère, ils n'y reviennent qu'à l'état de miasmes nauséabonds prêts à favoriser les épidémies.

Dans les voies spacieuses et largement aérées, traversant des amas de verdure comme les Champs-Elysées ou même les grands boulevards, l'inconvénient est de mince importance ; mais, si la fièvre de pavage en bois qui sévit en ce moment sur Paris ne se calmait pas, le danger pourrait

devenir redoutable ; d'autant plus redoutable que jamais Paris n'a eu plus besoin du peu d'air pur qu'il respire. Depuis que la valeur des terrains a pris les proportions extravagantes quelle a atteintes en ce dernier quart de siècle, les jardins particuliers, ces laboratoires d'épuration atmosphérique, ont peu à peu disparu. On a, il est vrai, multiplié les jardins publics pour contrebalancer cette perte et ce n'est pas sans raison qu'on a fait, du service des plantations et de l'arrosage, l'une des branches les plus considérables de la Direction des travaux de Paris ; c'est en effet le plus précieux de tous pour la santé publique ; mais, les efforts faits, l'habileté déployée dans ce but seraient vains si, le poison chassé avec tant de peines et de soins de l'atmosphère par des ouvertures de rues, par la multiplication des squares ombragés, par une surabondance d'eau d'arrosage, on allait le faire sécrèter par le sol.

Nous répétons encore que nous n'en avons pas ici contre le pavage en bois, mais contre l'abus qu'on semble en vouloir faire ; abus d'autant plus fâcheux que le système d'adjudication au rabais auquel les

nouvelles entreprises sont soumises amènera forcément une diminution dans la qualité des matériaux et une infériorité dans leur mise en œuvre.

L'objet de cet examen comparatif des deux systèmes est, surtout, de leur assigner à chacun leur rôle et d'établir la supériorité incontestable et, croyons-nous, incontestée, de l'asphalte au point de vue hygiénique. En ce qui concerne leurs mérites respectifs sous le rapport de la durée et par conséquent des intérêts financiers des villes qui les emploient, nous serons plus sobre de détails ; ce livre étant une étude purement technique et une œuvre indépendante, doit avant tout éviter de froisser des intérêts privés. Toutefois, comme il n'est pas possible d'en éliminer tout-à-fait un élément aussi nécessaire, nous donnerons un aperçu des prix payés actuellement par la Ville de Paris pour l'un et l'autre des systèmes. Les chiffres sont purement et simplement extraits des cahiers des charges des deux entreprises ; ils ont donc un caractère officiel qui les fait échapper à toute discussion.

Asphalte comprimé.

Asphalte de 0,05 d'épaisseur posé sur béton de ciment de Portland de 0,15 d'épaisseur, le mètre superficiel....... .... 19 f. 50

Entretien à forfait des surfaces asphaltées indiquées ci-dessus (après *vingt mois* en moyenne d'entretien gratuit) le mètre carré, par an..... 2 f. 00

Dans certaines rues à trafic exceptionnel, comme la rue Richelieu et la rue St-Honoré, l'asphalte est posé à 0,06 d'épaisseur sur 0,20 de béton de ciment de Portland. Le prix de premier établissement de ces rues est, par mètre carré.................. 23 f. 00

L'entretien comme pour les autres rues.

Pavage en bois.

Pavage en sapin de 0,15 d'épaisseur posé sur béton de ciment. Le mètre superficiel.................. 23 f. 00

Entretien à forfait (après *six* mois d'entretien gratuit), par mètre carré et par an :

Pour les chaussées les plus fatiguées .... 2 f. 95

Pour les autres.................. 2 f. 60

V

APPLICATIONS DE L'ASPHALTE A L'ÉTAT DE MASTIC.

Nous avons vu dans le troisième chapitre de ce volume de quelle façon la roche asphaltique est transformée en une pâte fusible et quelles propriétés nouvelles cette transformation lui procure; nous allons maintenant passer en revue les très nombreux usages de cette matière.

Le premier en date de ces usages a été probablement le dallage de certaines aires exposées à la pluie et que l'on voulait préserver l'humidité, comme les terrasses, les cours et même les toitures. Eyriny d'Eyrinis

cite plusieurs bassins construits au milieu du 18e siècle et dans lesquels le revêtement de plomb avait été remplacé par un revêtement de mastic d'asphalte. Il rend un bon témoignagne de la manière dont ces revêtements se comportaient.

En Italie, on emploie depuis fort longtemps l'asphalte coulé, pour couvrir les terrasses voûtées qui servent de toiture aux maisons du sud de la Péninsule.

C'est seulement en 1838 que le mastic d'asphalte a commencé sa grande ère de prospérité, dont le point de départ fut le premier trottoir bitumé établi à Paris. Nous avons dit plus haut quelles extravagances de spéculation suivirent le succès de cette expérience. Les exagérations financières se sont calmées depuis longues années ; mais le développement du système ne s'est plus ralenti et a même pris des proportions telles qu'il est bien peu de villes importantes en Europe, situées à la portée des mines connues, qui ne l'aient adopté. Il couvre aujourd'hui des surfaces presque incalculables; sans parler des œuvres de la contrefaçon dont nous dirons plus loin quelques mots.

Nous allons donc expliquer avec détail la pratique de ces applications.

La bonne exécution d'un ouvrage en asphalte a sur sa durée presque autant d'influence que la qualité de la matière employée. Quelque excellente que soit cette qualité, elle peut être compromise par une application maladroite et négligée. Il importe donc d'indiquer ici, aussi exactement que possible, les règles que l'expérience a établies et dont on ne doit point s'écarter.

Nous parlerons d'abord des trottoirs seulement ; nous reviendrons ensuite sur les autres usages de l'asphalte.

L'établissement d'un trottoir en asphalte se divise en trois périodes :

1° La disposition de l'aire à asphalter ;

2° La préparation de la matière à employer ;

3° L'application.

Nous allons examiner les précautions à prendre pendant ces trois phases du travail.

1° Disposition de l'aire.

L'assiette destinée à recevoir la couche bitumineuse doit être rigide. Bien que le mastic d'asphalte présente toujours une élasticité relative, par les froids rigoureux cette élasticité diminue considérablement. S'il tasse pendant l'hiver, ce tassement peut déterminer des fissures dans la couche de mastic ; si c'est pendant l'été, ce sont des flâches dans lesquelles l'eau séjourne.

Si le sous-sol est solide, après avoir dressé le sol, on y coule une couche de béton de 5 à 10 centimètres d'épaisseur, sur laquelle on pose une couche de mortier de $0^{m},01$ environ.

On se trouve bien de remplacer cette couche de mortier par celui en excès dans le béton et que le pilonnage de celui-ci fait refluer à la surface.

Si l'assiette est un remblai, on commence par le pilonner, puis l'arroser jusqu'à ce qu'on ait acquis la certitude qu'il n'éprou-

vera plus de tassement; on le recouvre ensuite de la couche de béton, à laquelle on donne alors 8 à 9 centimètres d'épaisseur, et de celle de mortier indiquée ci-dessus.

Dans plusieurs villes, on a essayé d'économiser le béton en coulant directement l'asphalte, soit sur un ancien pavé, soit sur de vieilles dalles usées, soit, comme à Marseille, sur des briques de champ, soit, ce qui est plus mauvais encore, sur du caillou rond placé la pointe en haut. Aucun de ces essais n'a bien réussi. Il est démontré aujourd'hui que le mastic posé dans ces conditions s'use avec une extrême rapidité et que les aires parfaitement planes sont les seules propres à recevoir une bonne application d'asphalte.

On a remplacé avec quelque succès, dans certains cas, le béton ordinaire, par du béton bitumineux; mais l'assiette en béton de ciment ou de chaux est le plus généralement utilisée. Le béton bitumineux étant une fondation chère, réservée pour parer à certaines difficultés spéciales comme celle résultant d'un sous-sol très humide. Quelle que soit la nature de l'assiette adoptée, il est indispen-

sable qu'elle soit parfaitement sèche au moment de l'application. Les mortiers devront être autant que possible en ciment ; ou du moins en chaux hydraulique ; il faudra attendre, avant d'y couler le mastic, que la prise soit complète. On verra plus loin quels inconvénients résultent d'un application trop précipitée sur des surfaces humides.

2° PRÉPARATION DE LA MATIÈRE

Jusqu'à ces dernières années, lorsqu'on avait à faire ou à réparer un trottoir, on installait, à côté du travail à exécuter, des chaudières que tout le monde à vues, et que tout le monde voit encore dans les villes autres que Paris et Lyon, jeter une fumée noire et une vapeur empestée dans les maisons voisines. Autour de ces chaudières, tout un chantier, des tas de gravier et de combustible, des pains de mastic et des barriques de bitume encombraient la voie publique et soulevaient les imprécations des passants.

Pendant vingt ans et plus, Paris a été soumis à cette désagréable nécessité. Depuis une trentaine d'années déjà, un nouveau système a été imaginé et est exclusivement usité maintenant dans les travaux de la capitale ; il consiste à apporter à pied d'œuvre la matière toute prête à être employée, au lieu de la préparer sur place comme autrefois. Le vieux procédé étant encore en usage non seulement en province, mais aussi dans quelques travaux effectués à Paris pour des particuliers, nous décrirons successivement les deux systèmes.

Préparation sur place. — Lorsqu'on veut préparer les matières sur place, on transporte à pied d'œuvre une ou plusieurs chaudières dites *chaudières à application.* Chacun, nous le répétons, connaît cet appareil incommode. Il est inutile de le décrire, il suffira de le citer.

Les chaudières à applications contiennent ordinairement de 250 à 400 kil. de matière. Prenons une contenance moyenne, 300 kil.

On concasse le mastic à fondre, soit environ 12 à 13 pains de 25 kil., en mor-

ceaux de 7 à 8 centimètres de côté. Après avoir préalablement fait fondre dans la chaudière une quantité de bitume libre égale à 3 0/0 de la matière totale, on jette dans ce bitume un tiers du mastic préparé, et l'on agite ce mélange avec une brasse. Lorsque cette première charge de mastic est fondue, on en ajoute une seconde avec encore 1 0/0 de bitume ; puis cette seconde charge étant à son tour en fusion, on en ajoute une troisième avec encore 1 0/0 de bitume ; de façon que lorsque tout le mastic est introduit, le mélange renferme 325 kil. de mastic et 16 kil. de bitume. Il est superflu de faire remarquer que ces proportions peuvent varier, suivant que le mastic est plus ou moins gras et le bitume meilleur ou moins bon. Nous donnons ici l'exposé d'une opération moyenne.

Quand la troisième charge est fondue, on procède à l'addition du gravier.

Le gravier est, préférablement, du sable de rivière, siliceux autant que possible, bien lavé et bien séché.

On étend sur la surface du mastic en fusion la moitié seulement de la quantité totale de

gravier à ajouter. Le gravier, ayant une densité très peu supérieure à celle du mastic, ne s'enfonce que lentement ; on le laisse s'enfoncer sans l'agiter pour lui donner le temps de s'échauffer, sans refroidir brusquement la masse. Lorsque le mastic en fusion a, de lui-même, recouvert en partie le gravier, on brasse énergiquement ; puis, quand le mélange des deux matières est complet, on ajoute la deuxième moitié du gravier, pour laquelle on procède de la même manière que pour la première.

La quantité de gravier est, d'ordinaire, 60 0/0 du poids du mastic ; mais cette proportion n'est pas rigoureuse ; en général, on ajoute autant de gravier que le mélange peut en recevoir, tout en restant liquide.

Si, vers la fin de l'opération, par suite d'une trop grande addition de gravier, le mélange devenait trop sec, on ajouterait encore une petite quantité de bitume libre. Cela s'appelle, en termes du métier, *graisser la matière*.

Pendant tout le temps de la cuisson, on doit maintenir sous la chaudière un feu qui conserve à ce mélange une température de

150 à 180° ; au-dessous, la matière cesserait d'être pâteuse ; au-dessus, elle risquerait de brûler.

La cuisson dure de deux à trois heures, suivant le plus ou moins d'énergie du feu, la nature du combustible employé et la quantité de matière chauffée.

On reconnaît que la matière est bonne à être appliquée en jetant sur la surface quelques gouttes d'eau. A la manière dont ces gouttes s'évaporent avec un petit bruit sec, on s'aperçoit aisément que la cuisson est terminée. On l'éprouve également en plongeant dans la masse une palette en bois ; si le mastic s'y attache, c'est que la cuisson est incomplète ; s'il n'y adhère pas, elle est suffisante.

J'emploie ici le mot cuisson, pour désigner ce qui se passe dans les chaudières à application. Ce mot n'est pas parfaitement exact ; il n'y a pas à proprement parler de cuisson, mais seulement une refonte de mastic et un mélange avec le gravier.

On doit brasser ce mélange, soit après l'addition des diverses doses de mastic, soit après celle du gravier. Ce brassage a tou-

jours pour effet d'abaisser la température ; il faut donc attendre quelques minutes après le dernier brassage pour ajouter le mastic ou le gravier.

L'addition du gravier a un double but : il est utile d'abord comme matière inerte chargée de diminuer la quantité de mastic employé ; c'est en outre un élément indispensable destiné à atténuer l'action de la chaleur ambiante et des rayons du soleil ; — plus le mastic renferme de gravier, moins le dallage se ramollit par la chaleur. La proportions de gravier à introduire dans le mélange dépend donc beaucoup de la température *maxima* de la localité où on l'emploie.

Les chiffres que nous avons donnés plus haut se rapportent au climat de Paris.

CHIFFRES RELATIFS A LA PRÉPARATION SUR PLACE :

Contenance de la chaudière	mastic 225 kil.........	385 kil.
	sable 160 kil...........	
Combustible brûlé	houille..	40 kil.
	coke	30 kil.

Durée moyenne de la cuisson.................... 3 h.

Préparation à l'usine. — Depuis quelques années, comme il a été dit plus haut, on tend à expulser de la voie publique les chantiers de préparation de l'asphalte et à refondre la matière dans des locaux *ad hoc*, d'où on la transporte à pied-d'œuvre toute prête à être coulée.

L'administration municipale de Paris n'admet plus d'autre système pour son service, et il est à espérer que les travaux particuliers finiront par le prescrire aussi exclusivement.

On procède de la manière suivante. Dans des usines disposés spécialement pour ce genre d'opération et réparties sur des points excentriques, on fait fondre d'avance le mastic et on le sable tout prêt à être employé. On se sert pour cela de chaudières demi-cylindriques, munies d'agitateurs mécaniques et en tout semblables à celles qui sont employées pour la fabrication. Le dosage des matières et les diverses phases de la cuite sont exactement les mêmes que celles indiquées pour la préparation sur place.

Lorsque le mastic est bon à être employé, on amène auprès des chaudières fixes d'autres chaudières montées sur roues et traînées chacune par un cheval : ces appareils ont, à cause de leur destination, reçu le nom de *locomobiles*.

Voici la description sommaire d'une locomobile : Une chaudière demi-cylindrique munie, comme les bâches à fabrication, de couvercles à charnières et portée au moyen de ressorts sur deux roues entièrement en fer ayant le diamètre et l'écartement des roues ordinaires de voitures. Sous la chaudière est adapté un foyer dont la porte est située à l'arrière de l'équipage. La flamme de ce foyer, après avoir suivi les deux flancs de la chaudière, vient sortir dans une cheminée en tôle qui, au moyen d'un mouvement de lorgnette, peut s'allonger et se raccourcir à volonté. Des agitateurs montés sur un arbre et commandés par une vis sans fin, et une manivelle à main, servent à mettre la matière en mouvement, pour l'empêcher de s'attacher aux surfaces de chauffe et de brûler ; un brancard est fixé à cette machine et un cheval la traîne.

Quand un travail est à exécuter sur un point quelconque de Paris, et que le béton est fait et séché, on remplit une ou plusieurs de ces locomobiles, selon l'importance de l'ouvrage, et on les conduit au lieu d'emploi. Pendant le trajet, le foyer est allumé; de temps en temps, le conducteur donne quelques tours de manivelles, et fait mouvoir les agitateurs pour empêcher la matière de brûler. Il est entendu que le foyer de la locomobile a pour but, non d'achever la cuisson, qui doit être complète au moment du départ, mais de maintenir la matière à la température voulue pour la coulée.

Arrivée sur place, la locomobile est vidée par un tuyau de vidange situé à la partie postérieure; le mastic est recueilli dans un pochon ou un seau, par un manœuvre qui le porte à l'applicateur. Quand la locomobile est vide, elle retourne chercher un nouveau chargement.

Si, au lieu d'un travail étendu, on a à exécuter des ouvrages partiels, par exemple, des réparations qui n'exigent que quelques kilogrammes de matière, la locomobile se rend successivement sur chacun des points

où se font les réparations, y laisse la quantité de matière nécessaire, et se dirige sur un autre point.

Il est inutile d'insister sur les avantages considérables de ce système. Ces avantages sont de toutes sortes : économie de main-d'œuvre et de chauffage, certitude d'avoir toujours de la matière convenablement et uniformément chauffée; suppression de l'encombrement de la voie publique pour la moindre réparation ; disparition de la fumée et de l'odeur qui, pendant plusieurs heures et parfois plusieurs jours, incommodaient les passants et les riverains. Il est fort à souhaiter que dans les villes de province et de l'étranger où se font des travaux d'asphalte un peu multipliés, on adopte d'une manière exclusive l'usage des locomobiles.

Depuis quelques années on a adapté aux locomobiles faisant le service d'entretien des trottoirs de la ville de Paris une caisse mobile en tôle placée sur la chaudière même et dans laquelle on place, pour le ramener au chantier, le vieil asphalte retiré des trottoirs et remplacé par du neuf. Arrivée au dépôt,

cette caisse est enlevée par une grue, vidée par un mouvement de bascule et remise vide à sa place.

La locomobile telle que nous venons de la décrire avec quelques détails a été étudiée exclusivement par les ingénieurs de la Compagnie Générale des Asphaltes de France et exécutée sous leur direction. Elle est employée aujourd'hui partout telle qu'elle est sortie de leurs mains, il n'est que juste de le constater.

Cependant nous devons mentionner qu'un industriel a eu, il y a une dizaine d'années, l'idée, plus cherchée que pratique, de placer sur le dos de l'appareil une petite machine à vapeur destinée à utiliser la chaleur perdue pour faire tourner mécaniquement les agitateurs. C'était trop d'ingéniosité. La mécanique n'a jamais pu marcher ; mais le seul spécimen qui en ait été exécuté a obtenu une médaille d'or à l'Exposition de 1878.

Il est consolant de penser que toutes les récompenses de la grande manifestation internationale n'ont pas été distribuées d'une façon aussi fantaisiste.

3° APPLICATION

Nous supposons l'aire à recouvrir prête et bien séchée, la chaudière fixe, ou la locomobile, à portée, et le mastic amené au degré de cuisson nécessaire; on procède à l'application.

Si, au moment de l'application, la surface à daller était encore humide et qu'on n'eût pas le temps d'attendre, il faudrait hâter le desséchement par des moyens artificiels. On y parvient, soit en la saupoudrant de cendres chaudes, qu'on enlève ensuite, soit en y répandant de la chaux hydraulique en poudre, soit enfin, lorsque la surface est peu considérable et le travail très pressé, en y versant du mastic chaud, qu'on retire aussitôt pour poser la couche définitive. Ces opérations sont indispensables; car, si l'on place ce mastic sur des bétons frais, la chaleur met en vapeur l'eau non absorbée encore par l'hydratation de la chaux; cette vapeur produit dans la couche asphaltique des boursoufflures, qui

plus tard crèvent sous les pieds des passants, et peuvent amener la destruction du trottoir.

L'application exige au minimum deux ouvriers : l'applicateur et son manœuvre.

L'applicateur étend sur le sol deux règles plates en fer, ayant exactement l'épaisseur que devra présenter la couche asphaltique ; ces deux règles sont placées parallèlement à une distance l'une de l'autre égale à la largeur de la bande à couler. Le manœuvre apporte dans un pochon une certaine quantité de mastic sortant de la chaudière, c'est-à-dire mélangé avec son gravier ; il verse ce mastic sur le sol. L'applicateur, à genoux et armé d'une spatule en bois, étend la matière en la poussant toujours en avant, de façon à en réduire l'épaisseur à celle des règles (ordinairement 15 millimètres). Successivement, le manœuvre apporte et verse la matière, que l'applicateur continue à étendre jusqu'à ce que la bande soit finie ; après quoi il enlève l'une des règles et va la placer à $0^{m}70$ ou $0^{m}80$ plus loin, parallèlement à sa position primitive ; il commence une seconde bande, puis une troisième, et ainsi de suite.

La consistance du mastic, au moment de l'application, doit être telle que l'étalage se fasse avec un certain effort de la part de l'applicateur. Il faut que la matière soit assez pâteuse pour présenter une résistance à la spatule; on l'amène à cet état par une addition suffisante de gravier.

Quelques administrations règlementent la proportion de gravier à introduire dans le mastic. C'est une précaution inutile et quelquefois nuisible. La matière destinée à la confection des trottoirs doit contenir *le plus de gravier possible,* c'est-à-dire autant qu'on peut en ajouter sans lui enlever la fluidité nécessaire à l'étalage; c'est à cette seule condition que les trottoirs conserveront, pendant les chaleurs de l'été, la résistance qu'ils doivent avoir pour n'être pas déformés par les pieds des passants. L'expérience faite sur les trottoirs de Paris a démontré que, dans ces conditions, la proportion se trouve être la suivante pour un mètre carré de surface de trottoir, à 15 millimètres d'épaisseur.

Mastic de Seyssel..........	25 k.
Bitume libre...............	1 k. 500
Gravier....................	13 k.

Un des écueils les plus à redouter dans l'établissement d'un trottoir, est la façon des joints. C'est souvent par là que périssent les applications mal faites, et c'est sur ce point surtout qu'on doit appeler l'attention des ouvriers.

Lorsqu'on a à souder deux bandes d'asphalte l'une à l'autre, ou bien la bande déjà faite est encore chaude, ou bien elle est tout à fait refroidie, comme dans le cas où l'on veut continuer un trottoir laissé inachevé la veille.

Dans le premier cas, la soudure se fait par la simple juxtaposition de la bande nouvelle avec l'ancienne; on doit seulement avoir soin de comprimer plus fortement en ce point le mastic avec la spatule, afin d'aider à l'adhérence des deux surfaces, et il faut prendre garde que la lisière de la bande déjà faite soit propre et nette de toute matière étrangère. Dans le cas où du sable, de la terre ou d'autres substances semblables souilleraient cette lisière, il faudrait les gratter avec le plus grand soin. Il est certain que, au moment du refroidissement, il s'opère dans toute la surface de l'application un retrait qui tend à

rompre la couche d'asphalte. Lorsque le mastic est de bonne qualité, son élasticité suffit ordinairement pour satisfaire à cette contraction; mais s'il se trouve un point faible, comme un joint mal soudé, la séparation des deux bandes a lieu sur ce point et produit une fissure. Les fissures qui se remarquent quelquefois dans les trottoirs, même dans ceux construits avec de bonnes matières, n'ont souvent pas d'autres causes.

Lorsqu'on a à continuer un travail interrompu assez longtemps pour que la dernière bande faite soit entièrement froide, lorsque, par exemple, on reprend un ouvrage arrêté la veille au soir, il faut, avant de couler la suivante, verser avec un pochon du mastic chaud tout le long de la lisière de la bande froide. On laisse ce mastic quelques minutes, puis on l'enlève et on le remet dans la chaudière; la lisière est ainsi assez réchauffée pour qu'on puisse procéder à la continuation du travail, avec certitude que la soudure au travail de la veille sera complète. On doit d'ailleurs prendre toutes les précautions indiquées au paragraphe précédent.

La partie la plus délicate de l'établissement d'un trottoir est le raccordement de la couche d'asphalte avec les matériaux voisins. Ainsi, un trottoir étant généralement placé entre un mur de maison et une bordure en fonte ou en pierre, il est important que l'adhérence du mastic avec l'un et l'autre soit telle, que les eaux pluviales ne puissent pas se glisser entre les deux surfaces. Nous allons indiquer les meilleurs moyens de s'y opposer.

On établit la jonction du trottoir avec la muraille au moyen d'un *solin*. Ce *solin* peut se faire de deux façons ; soit en refouillant la muraille et en faisant refluer l'asphalte dans le refouillement ; soit, après avoir pratiqué le refouillement, en y introduisant la couche asphaltique, et en la recouvrant d'un solin en ciment.

Le premier système est incontestablement le meilleur, parce que l'asphalte jouit d'une élasticité que le ciment ne possède pas, et que la moindre dépression du terrain pouvant faire fendre le solin de ciment le rend dès lors inutile.

La jonction de la couche asphaltique avec la bordure se fait en pratiquant dans celle-ci

une simple feuillure où vient s'appuyer la couche d'asphalte. On se trouve bien de faire réchauffer la pierre par le même procédé que nous avons indiqué à propos des joints, c'est-à-dire en versant dessus du mastic chaud qu'on enlève ensuite. Les mêmes soins doivent être pris pour la soudure du mastic avec les gargouilles, bouches d'égouts, regards, orifices de conduites d'eau, et, en général, tous objets de natures différentes qui interrompent la couche asphaltique.

Avant d'aller plus loin dans les opérations de l'application il est bon que l'applicateur présente de temps en temps une règle sur son dallage afin de constater qu'il n'y a pas de dépression et, s'il y en a, de pouvoir les faire disparaître avec sa spatule tandis que le mastic est encore chaud et malléable.

Sablage. — L'opération du sablage consiste à saupoudrer la couche d'asphalte encore chaude avec du gravier très fin, que l'on fait pénétrer dans la masse en le frappant fortement et uniformément avec une batte. Le sablage a pour double but de couvrir la surface de rugosités qui empêchent le glisse-

ment du pied, et de compléter la somme de gravier qui est nécessaire pour rendre la plaque asphaltique homogène et résistante.

En effet, la densité de l'asphalte étant un peu moindre que celle du gravier, celui-ci tend à gagner la partie inférieure de la couche, et, si la quantité de gravier n'est pas suffisante pour occuper toute la masse, le sablage y pourvoit.

Cette saturation est nécessaire; car sans elle le mastic pur de la surface se ramollirait au soleil et s'userait rapidement.

Lorsqu'on veut donner à la surface un certain aspect agréable à l'œil, par exemple dans les intérieurs de cours ou dans les vestibules, on remplace le sablage ordinaire par une opération qui consiste à saupoudrer l'asphalte encore chaud d'une poudre composée d'ardoise pilée et tamisée, que l'on fait pénétrer dans la matière par un talochage, puis par un lissage énergique. On obtient ainsi des surfaces ayant la couleur, le grain et le poli de l'ardoise elle-même.

On remplace quelquefois l'ardoise par du silex pulvérisé.

4° PRINCIPAUX USAGES DE L'ASPHALTE COULÉ. PRATIQUE SPÉCIALE A CHAQUE USAGE.

Nous avons, dans le précédent chapitre, indiqué d'une manière générale la façon dont on doit employer l'asphalte coulé; nous avons choisi comme exemple l'exécution des trottoirs, parce que c'est, en effet, le genre d'ouvrage le plus répandu et le plus élémentaire. Nous allons compléter ici ce sujet en désignant les divers autres usages de l'asphalte. Nous considérons comme connue la pratique de son application, et nous n'insisterons que sur la différence qui pourra exister entre les procédés déjà décrits et les procédés particuliers aux diverses espèces de travaux où l'asphalte joue un rôle.

Ainsi que nous l'avons déjà fait ressortir ailleurs, l'emploi de l'asphalte est de la plus haute antiquité. Soit comme ciment, soit comme bitume liquide, soit comme essence, il a eu dans les temps historiques des usages extrêmement variés. Plus tard, dans les

premières années du dernier siècle, il fut, comme nous l'avons vu au deuxième chapitre de ce volume, remis en honneur par les soins du professeur d'Eyrinis, qui lui découvrit des vertus inconnues aux anciens. Ce n'est cependant que depuis une quarantaine d'années qu'il a pris une véritable importance industrielle, et c'est de là seulement que nous ferons dater la série des applications diverses qu'il a reçues et dont nous allons énumérer les principales.

Trottoirs

Nous avons décrit, au chapitre précédent, l'opération de l'établissement des trottoirs. nous n'ajouterons que quelques mots sur l'origine et le développement de cette utile innovation.

Les trottoirs sont d'un usage tout moderne. Encore au commencement de ce siècle, la chaussée était commune à la voiture et au piéton ; il est superflu d'ajouter que la voiture avait toujours, du droit du plus fort, le pas

sur le piéton. Une mesure de voirie équitable vint faire la part de l'un et de l'autre, et une partie distincte de la chaussée, surhaussée et défendue par des bordures, fut soustraite aux voitures au profit du piéton.

Les premiers trottoirs furent grossiers et composés seulement d'un pavage semblable à celui de la chaussée proprement dite, distingué de celle-ci par un simple exhaussement de quelques centimètres destiné à le protéger contre l'invasion des roues. Nulle amélioration ne fut apportée à la surface réservée à la circulation du piéton ; nombre de villes des départements ont encore des spécimens de ces trottoirs rudimentaires ; quelques-unes n'en ont pas d'autres

Aujourd'hui les trottoirs ont une large place, non-seulement dans le confortable, mais aussi dans l'embellissement des villes ; ils tiennent un rang important dans le budget, et une législation spéciale régit leur établissement. Peu à peu, *trottoir* est devenu synonyme d'asphalte. Quelques grandes villes des départements sont restées encore attachées à leurs vieux systèmes : Bordeaux a conservé en mainte place ses petits pavés

de grés ; Toulouse, ses cailloux pointus ; Marseille, ses briques de champ ; mais insensiblement elles s'en détachent pour imiter Lyon et Paris en adoptant l'asphalte ; on peut donc dire que le trottoir est inévitablement dévolu à l'asphalte, comme l'asphalte semble avoir été créé spécialement pour le trottoir. Cependant là ne se borne pas son rôle : d'autres applications nombreuses et intéressantes ont marqué sa place dans une quantité d'usages, parmi lesquels nous choisirons les plus importants pour en donner une rapide description dans le courant de ce chapitre.

Terrasses

Les terrasses forment, après les trottoirs, l'un des débouchés les plus importants de l'asphalte. Il n'existe pas en effet de matière, qui, à une imperméabilité parfaite et à une résistance considérable contre l'usure produite par la marche, joigne comme l'asphalte l'élasticité indispensable à tout enduit destiné à former le sol d'une terrasse. La première

condition d'une terrasse est d'être étanche, surtout si, comme cela a presque toujours lieu, elle recouvre une maison d'habitation ; la moindre fissure qui laisse pénétrer l'eau rend la terrasse impossible ; or, toutes les chaux hydrauliques, tous les ciments sont exposés à se fendre, soit sous l'influence des variations de température, soit sous l'action d'un tassement, si léger qu'il soit, des maçonneries, voûtes ou planchers qui recouvrent la terrasse. L'asphalte, au contraire, avec ses qualités spéciales, est éminemment propre à remplir ce rôle ; son élasticité lui permet de résister sans se fendre aux températures extrêmes, et il est aussi inattaquable aux intempéries atmosphériques que résistant à la marche. Nous ne parlons ici que des terrasses construites selon les règles et avec les précautions que nous allons indiquer plus bas.

Les terrasses peuvent être de deux sortes principales :

Sur maçonnerie,

Sur charpente.

Terrasses sur maçonnerie. — Nous comprendrons dans cette catégorie les terrasses construites sur voûtes en maçonnerie ou sur planchers en fer et briques ; en général, sur toute espèce d'assiette absolument rigide et incapable de tassement.

Si ces terrasses doivent être recouvertes d'une toiture et soustraites aux influences atmosphériques, on pourra les construire avec les mêmes méthodes et les mêmes précautions que nous avons indiquées pour les trottoirs. La différence entre les deux modes d'exécution n'est pas appréciable ; mais, si la terrasse est exposée à l'air et à la pluie, on procédera de la manière suivante :

La surface sera dressée au moyen d'un lit de mortier de chaux hydraulique, suivant la pente voulue pour l'écoulement des eaux. Cette pente ne devra être ni inférieure à 0,02 par mètre ni supérieure à 0,05. Si c'est une voûte ou une série de voûtes qu'il s'agit de recouvrir, on remplira par du gravier ou, s'il y a lieu, par des voûtes en décharges, l'espace compris entre les reins des voûtes principales ; on arrasera au niveau des clefs, et

l'on superposera une épaisseur uniforme de béton, sur lequel on étendra le lit de mortier dont nous venons de parler ; sur ce lit de mortier préalablement bien séché, on coulera une couche de 0,005 à 0,008 d'asphalte gras, c'est-à-dire composé de :

Mastic ordinaire de Seyssel..	7 k. 400	Par mètre carré.
Bitume libre	0 k. 600	
Gravier fin de rivière, bien lavé	4 k »	

On laissera refroidir ; puis, sur cette première couche, on en coulera une autre de 0,012 à 0,01 en mastic sec, très chargé en gravier et granité en sable blanc.

Voici la raison de cette disposition :

Le plus grand ennemi de la terrasse en asphalte, c'est le soleil. Après lui, ce sont les meubles, chaises, tables, etc., que dans beaucoup de cas on y installe une partie de la journée. Or, le mastic devrait être à la fois sec pour résister à la pression des pieds de tables ou de chaises, ainsi qu'aux rayons du soleil, et gras pour posséder l'élasticité, qui seule peu combattre les effets de dilatation et de contraction qui déterminent les variations de température. Ce mastic ne

pouvant être à la fois gras et sec, on tourne la difficulté au moyen des deux couches : la couche grasse inférieure, protégée contre les pressions anormales par la couche maigre supérieure, arrêterait le eaux pluviales si celle-ci venait à se fissurer.

Le raccordement de l'application avec les murs, les joints des bandes entre elles se fait de la même manière que pour les trottoirs. Il parait inutile de faire remarquer que, plus encore que dans les trottoirs, on doit soigner la confection des joints.

Si les deux couches d'asphalte dépassaient de beaucoup la dépense à faire, et qu'on voulût ne mettre qu'une seule couche, il faudrait la faire un peu plus grasse et un peu moins chargée en gravier que pour les trottoirs. Par exemple deux tiers mastic et un tiers gravier. On devrait, en outre, réduire à son minimum la pente pour les eaux ; le mastic gras coulant très facilement sur une légère déclivité. Sur une pareille terrasse, on devra éviter de placer, en été, des chaises et des tables, à moins qu'elles ne soient munies de pieds très larges ; on construit aujourd'hui des chaises et tables en fer à pieds

larges exprès pour être placées sur les terrasses en asphalte.

Terrasses sur charpente. — Celles-ci offrent les mêmes difficultés et exigent les mêmes précautions que les terrasses sur maçonnerie ; mais avant tout on doit se préoccuper d'éloigner toute chance de flexions des bois. Si l'on n'y peut pas parvenir, il vaut mieux renoncer à couvrir en asphalte, car, malgré son élasticité, il ne pourrait résister, en hiver surtout, à une suite indéfinie de flexions ; en outre, là où le bois s'infléchit, il se produit des flâches et l'eau pluviale y séjourne, quand toutefois elle ne s'écoule point par les fentes qui se produisent à la longue et par où elle va pourrir la charpente.

Si la charpente est assez rigide pour qu'on n'ait pas à craindre de mouvements sensibles, ou du moins de mouvements répétés, on peut en toute sécurité y établir une terrasse en asphalte.

Alors, la charpente doit être recouverte d'un plancher assez résistant lui-même pour que les planches qui le composent ne puissent fléchir dans l'intervalle des solives. Sur ce

plancher on coule un lit de béton de 5 ou 6 centimètres d'épaisseur, arrasé au moyen d'un enduit de mortier hydraulique. L'application d'asphalte se fait comme il a été indiqué plus haut au sujet des terrasses sur maçonnerie; les précautions à prendre pour les pentes, joints, solins, etc., sont exactement les mêmes.

La terrasse est fort en usage dans les habitations des populations africaines et orientales, en général dans les pays chauds; comme ces terrasses y servent en même temps de toitures, il est essentiel que la surface en soit parfaitement étanche; en réalité elles le sont rarement.

En Italie, on les recouvre volontiers d'une application bitumeuse formée de matières plus ou moins factices dont la contraction par le froid produit toujours dans un temps assez court, des fissures; et par suite, des infiltrations. Seul le mastic d'asphalte naturel peut, par son élasticité et sa souplesse spéciales procurer un revêtement capable de résister aux retraits produits par la différence de température entre les nuits froides et les chaleurs diurnes de l'été.

Toutefois, comme pour obtenir cette souplesse et cette élasticité relative, on est obligé de tenir la matière un peu grasse, ce sera toujours une précaution excellente (surtout si les terrasses doivent en même temps servir de promenoir) de recouvrir la couche asphaltique d'un léger dallage en briques, carreaux, ou autres isolants semblables capables de la préserver des trop fortes ardeurs du soleil. Dans de telles conditions la couche asphaltique (en asphalte naturel bien entendu) donne un revêtement absolument imperméable et d'une durée à peu près indéfinie. Mais, là, plus que nulle part ailleurs il convient de se méfier des falsifications qui peuvent tout compromettre.

Toitures

On fait en asphalte des couvertures qui offrent certains avantages, entre autres celui de n'exiger qu'une pente insignifiante pour l'écoulement des eaux ; mais nous n'en conseillerons l'emploi que dans des cas assez

rares; dans ceux, par exemple, où l'on aura un besoin fréquent de circuler sur la toiture. En général, ce mode de couverture n'est guère usité que dans les usines mêmes où se fabrique l'asphalte et où il peut être employé à peu de frais. La possibilité et en même temps la nécessité de faire des charpentes toutes plates, qui est quelquefois un avantage, est aussi souvent un inconvénient; car l'asphalte ne peut être posé que sur des surfaces presque horizontales; de plus, l'asphalte à 12 millimètres d'épaisseur (c'est celle qu'on adopte ordinairement pour les couvertures) charge déjà la charpente de 28 kil. par mètre carré. Il en résulte que la charpente doit être presque aussi résistante que pour la grosse tuile, et comme on est obligé de faire la toiture à peu près plate, la charpente exige forcément des dimensions exagérées. On a vu plus haut, au sujet des terrasses, que la flexion de la charpente produit des flâches où l'eau s'accumule quand elle ne détermine pas le déchirement de la couche asphaltique elle-même. Cet inconvénient est plus sensible encore dans les toitures.

Nous ne croyons donc pas que l'emploi de l'asphalte aux toitures en charpente doive

se généraliser (dans les toitures métalliques très rigides, l'asphalte peut, au contraire, rendre de grands services). Cependant, nous devons signaler une propriété singulière qu'on ne serait pas tenté de lui accorder de prime abord. Lorsqu'un bâtiment en charpente couvert en asphalte prend feu, la couche asphaltique interrompt le courant d'air et concentre le feu au-dessous d'elle. Les lambris sur lesquels elle repose ne flambent pas, ils se carbonisent lentement et, lorsqu'ils viennent à s'effondrer, la couche asphaltique, ramollie par la chaleur, tombe comme une lame de plomb et étouffe les flammes inférieures. Nous avons constaté ce singulier effet dans plusieurs circonstances, et nous pensons que, pour certaines constructions exposées au feu, éloignées des secours et où un ralentissement de quelques minutes dans le développement d'un incendie pourrait donner aux pompiers le temps d'accourir, l'application de l'asphalte aux planchers et aux couvertures serait une très utile mesure. Voici dans quelles circonstances nous avons découvert cette étrange propriété d'une matière que l'on s'était toujours accoutumé

à considérer comme éminemment et dangereusement combustible.

Il y a une vingtaine d'années, nous avions fait couler une couche d'asphalte sur le plancher du premier étage d'une usine. Au rez-de-chaussée de cette usine étaient des fourneaux qui, un jour, mirent le feu aux solives. En un instant toute la surface inférieure du plancher fut embrasée et déjà la flamme atteignait la toiture du bâtiment lorsque les solives carbonisées cédèrent et le plancher s'écroula. Alors se passa le fait bizarre que nous indiquons plus haut : la couche d'asphalte, ramollie par la chaleur, tomba d'une seule masse, comme aurait fait une lourde étoffe, enveloppa dans ses plis les fourneaux et étouffa net l'incendie.

Nous signalâmes ce curieux incident à M. Eugène Flachat, qui était alors ingénieur de la Compagnie des Omnibus. M. Flachat répéta l'expérience en petit et, comme conclusion, fit asphalter tous les planchers des greniers à fourrage de la Compagnie des Omnibus. Plusieurs établissements analogues ont suivi cet exemple.

Ce qui n'empêcha pas les journaux de

province de publier en 1871, que, durant le siège, les Parisiens, avaient brûlé leurs trottoirs pour se chauffer.

Quels que soient d'ailleurs les mérites spéciaux du système, voici comment on procède pour l'établissement d'une couverture en asphalte :

Sur une volige jointive, bouvetée si c'est possible, on étale du gros papier gris commun, que l'on fixe avec de petites pointes. C'est sur ce papier que se coule la couche d'asphalte à laquelle on donne environ 10 à 12 millim. d'épaisseur. Le mastic doit être très gras ; — aussi est-il important de réduire la pente de la couverture au strict nécessaire 20 à 30 millim. par mètre, au plus. On saupoudre la couche encore chaude de sable blanc pour combattre l'action des rayons solaires. L'expérience a démontré que la direction des bandes d'asphalte devait être perpendiculaire à celle des joints de la volige En faisant autrement on s'expose à voir l'asphalte se fendre dans le sens de ces joints.

Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que le papier interposé entre l'asphalte et la

volige a pour but d'empêcher l'adhérence. Si la couche d'asphalte adhérait, elle suivrait les mouvements de contraction des planches au fur et à mesure de leur dessiccation, et se fendrait infailliblement ; de plus, l'asphalte, vaporisant l'eau qui se trouve toujours à l'état de sève dans les bois neufs, se criblerait de boursoufflures qui en amèneraient inévitablement la ruine.

Une précaution excellente consiste à faire l'application de deux couches, comme nous l'avons indiqué pour les terrasses. — Seulement il faut en ce cas que la charpente soit assez robuste pour pouvoir supporter sans fléchir le poids relativement élevé d'une double application dont l'épaisseur ne peut guère être moindre que 0,02 et dont le poids par conséquent n'est pas inférieur à 45 kil. par mètre carré.

Planchers

On a, dans quelques constructions particulières, comme magasins, filatures, buanderies, hôpitaux, etc., recouvert les planchers

de chaque étage d'une couche d'asphalte. Cette précaution excellente a pour but de préserver de l'humidité les boisêries des planchers et les habitants des étages inférieurs. Nous avons vu plus haut que, dans certains cas, la présence de cette couche d'asphalte peut être un empêchement très efficace à la propagation du feu.

Souvent, on intercale la couche d'asphalte entre un double plancher.

Nous n'avons rien à ajouter aux indications qui précèdent sur la manière d'établir cette application ; elle doit se faire comme nous l'avons expliqué pour les trottoirs.

On emploie surtout l'asphalte sous les planchers de rez-de-chaussée, pour arrêter l'ascension de l'humidité du sol ou des caves.

Ecuries

L'asphalte est beaucoup employé au dallage des écuries. Il n'est point détérioré par l'urine, il est plus sain que le pavé, dont les joints, imprégnés de liquide, exhalent des

miasmes nuisibles à la santé des animaux. L'administration de la guerre en fait un grand usage ; beaucoup d'autres administrations l'ont imitée.

Un seul détail distingue le dallage d'écuries des applications de trottoirs : c'est le striage, au moyen duquel on empêche le glissement des chevaux. Ce striage consiste à imprimer sur l'asphalte, encore chaud, des rainures se coupant soit à angle droit, soit en losange, et figurant les joints d'un pavé ordinaire. Cette impression se fait tantôt au moyen de fers analogues à un élément de moule à gaufres, tantôt avec un rouleau compresseur sur lequel ces stries sont venues en relief.

Fondations de maisons humides

On utilise avec succès l'asphalte à l'assainissement des maisons construites sur un terrain humide. On procède de deux façons. Si la maison est à construire, il suffit d'interposer entre deux assises à quelques centimètres au-dessus du sol une couche mince de mastic très gras. L'humidité, qui remonte dans les murs par un effet de capillarité, est

arrêtée ainsi ; tout ce qui se trouve au-dessus de la couche d'asphalte est préservé.

Si la maison est déjà construite, il faut, quand on le peut, creuser tout autour des fondations, que l'on isole ainsi de la terre humide ; on dispose contre les murs une ceinture de planches distantes de la maçonnerie de 6 à 8 centimètres. Entre cette maçonnerie et ces planches, on coule un béton chaud composé de mastic d'asphalte et de gros graviers, puis on remblaie, après avoir enlevé cette espèce de moule en planches. Les fondations se trouvent ainsi isolées latéralement du sol humide, ce qui suffit ordinairement pour assécher les murs. Cette méthode est plus coûteuse que l'autre, et elle n'est pas toujours possible ; aussi vaut-il mieux, quand on construit une maison, prendre la précaution, très simple et très peu dispendieuse, que nous avons indiquée au précédent paragraphe.

Chapes

Nous subdiviserons cet article en deux parties : *Chapes de ponts et tunnels* ; *chapes de fortifications*.

Chapes de ponts et tunnels. — Depuis fort longtemps, on protège la maçonnerie des voûtes contre les infiltrations d'eau au moyen d'une chape en asphalte. Cette chape doit être faite en mastic gras, et recouverte d'un lit de terre glaise de 5 à 6 centimètres d'épaisseur, pour empêcher les cailloux du remblai de la déformer ou de la fendre. On a soin, comme toujours, de revêtir l'extrados des voûtes d'un lit de mortier, qu'on laisse suffisamment sécher. Il n'y a rien de particulier à indiquer pour la préparation et la pose de la matière, qui ne diffère pas de ce que nous avons décrit ailleurs.

Chapes des fortifications. — On sait que certaines parties des travaux de fortifications, comme les casemates, les magasins et autres constructions analogues, sont revêtues d'une couche de terre végétale gazonnée, destinée à préserver les constructions de l'atteinte des projectiles ennemis. On les isole de ce revêtement au moyen de chapes en asphalte. Ces chapes sont traitées de la même façon que celles des voûtes, des ponts et des tunnels.

Comme les forts sont souvent situés sur des points très élevés, et par conséquent très froids, les officiers du génie doivent prendre garde que le mastic soit assez gras pour conserver son élasticité, même par les gelées intenses.

Ils doivent surtout veiller avec un soin extrême à ce que les matières employées soient de bon aloi. Nous verrons plus loin, quand nous traiterons des falsifications de l'asphalte, à quel point de perfection la fraude est parvenue et quelles difficultés les administrations de travaux publics auront à s'en préserver. C'est surtout dans la construction des chapes de casemates et de poudrières que cette vigilance est essentielle à cause des graves dommages qu'un défaut d'imperméabilité absolue dans l'enveloppe peuvent causer ; aussi ne saurions-nous trop recommander à ceux qui ont charge de la surveillance de travaux semblables d'exiger, sur les pains de mastic employés, la marque de fabrique constatant que la matière est bien de l'asphalte provenant de mines dès longtemps connues, et non des matériaux suspects.

Silos

De tout temps, l'ensilage du blé a été la préoccupation des peuples chez qui la richesse des récoltes ou le mouvement des importations était intermittent. Les Égyptiens, les Romains, les Maures d'Espagne et d'Afrique, ont laissé des traces de ces greniers souterrains, dont le but était de régulariser chez eux l'abondance. Dans les temps modernes on a négligé, au grand dommage de la paix publique, ces prudentes précautions. Ce n'est que du commencement de ce siècle que datent les essais sérieux tentés pour retrouver les méthodes de conservation du grain.

Nous n'entrerons pas ici dans les considérations que soulèveraient l'utilité des silos et leur influence sur le bien-être des populations. On admettra facilement que la suppression de ces variations, si fâcheuses dans l'abondance, et par suite dans le prix du blé, est un des résultats les plus désirables, et nous nous bornerons à indiquer le rôle qu'y doit jouer l'asphalte.

Tous les vestiges d'anciens silos, au moins ceux d'Égypte, révèlent dans leur construction

l'emploi de l'asphalte. Les anciens cherchèrent, avant toute chose, à préserver leurs grains de l'humidité ; ils avaient reconnu que l'asphalte n'avait pas de rival dans son imperméabilité, et ils utilisaient cette précieuse propriété de telle façon, que des silos ayant plus deux mille ans d'âge nous sont parvenus presque intacts.

Aujourd'hui, une sorte de réaction s'est produite contre l'insouciance des derniers siècles à l'endroit de la conservation des grains, insouciance à laquelle sont dues tant d'effroyables famines et d'émeutes meurtrières. Nous croyons donc opportun de décrire ici la manière dont doivent être construits les silos, en combinant les résultats obtenus par les anciens avec l'expérience des modernes.

Un silo est une fosse plus ou moins vaste, entièrement enfouie dans la terre, et composée d'une enveloppe absolument hermétique et imperméable. Pour arriver à lui donner ces qualités, on s'y prend de la manière suivante :

On creuse une excavation ayant un peu plus que les dimensions que l'on veut donner

au vide du silo; au fond de cette excavation on coule un lit de béton de 10 à 30 ou 40 centimètres, suivant la nature du terrain. Sur ce béton on fait une application de mastic un peu gras; on élève ensuite les quatre murs en briques à plat, hourdées en asphalte très liquide, en ayant soin que tous les joints soient exactement remplis de ciment asphaltique, et ne laissent aucune solution de continuité. Entre le mur en briques et le terrain, on a ménagé un vide de 4 ou 5 centimètres, que l'on comble avec un mélange d'asphalte et de cailloux ; de sorte que l'enveloppe se trouve, en somme, composée d'une muraille de briques où l'asphalte joue le rôle de ciment, et d'un revêtement formé d'une sorte de béton d'asphalte; l'étanchéité est ainsi absolue.

Si le terrain excavé est meuble, et doit exercer sur l'enveloppe un certain effort, on construit, en arrière du mur en briques, un autre mur en maçonnerie ordinaire, d'épaisseur suffisante pour contrebuter la poussée. Entre l'un et l'autre, on laisse un vide de 20 à 30 millimètres de largeur, dans lequel on coule de l'asphalte très gras qui remplace

l'enveloppe en béton asphaltique dont nous parlions tout à l'heure.

Le silo est fermé par une voûte en briques, hourdée en asphalte, sur laquelle on pose une chape ordinaire. Une ouverture pratiquée à la clé sert a pénétrer dans l'intérieur et à introduire le grain. Lorsque le grain, ramené au degré de siccité voulu, a été descendu dans le silo et l'a rempli jusqu'à l'ouverture, on ferme cette ouverture au moyen d'une dalle scellée à l'asphalte, et l'on recouvre le tout de terre, sur laquelle on sème du gazon. Ainsi emmagasiné le blé se conserve indéfiniment.

Fondations maritimes

C'est un fait constaté depuis longtemps, que, dans un grand nombre de ports de mer, nul mortier ne peut résister à l'action de l'eau salée. Toutes les chaux, toutes les pouzzolanes, tous les ciments y ont été essayés sans résultat durable. On admet qu'un mortier ne doit ses propriétés adhésives qu'à la formation, au moment de la *prise*, de silicates plus ou moins variés, dont la présence lui donne

son énergie et son hydraulicité; ces silicates, exposés à l'attaque incessante des sels de la mer, particulièrement des sels de magnésie, se décomposent, se transforment en produit soluble, et la cohésion est détruite.

Les applications de cette théorie sont générales, mais fort diverses dans leurs effets. Soit que l'action des sels marins augmente, sur certains points, par l'agitation habituelle des eaux, et diminue par leur tranquillité; soit que le frottement du galet, sur certaines plages entraîné dans les vagues, accélère la décomposition ; soit, enfin, que les dépôts de crustacés et les végétations marines possèdent la propriété de préserver de toute atteinte les maçonneries sur lesquelles ils peuvent naître, il est à remarquer que chaque ingénieur s'est arrêté sur un mortier qui n'est pas celui de son voisin, ni celui de son prédécesseur, et que lui-même abandonnera peut-être demain pour un meilleur.

Cependant, les constructions de digues et de jetées, les défenses d'ouvrages maritimes, les agrandissements des ports et des bassins, se multiplient à mesure que s'accroît leur importance politique ou commerciale; les

études que l'on fait sur ce grave sujet prennent tous les jours un intérêt plus grand, et une solution devient à chaque instant plus nécessaire. Il serait téméraire, assurément, de déclarer le problème insoluble : en matière de travaux publics, il n'y a plus, aujourd'hui, de problème insoluble ; mais l'insuccès des recherches a peut-être eu pour cause le cercle restreint dans lequel elles ont été faites. En effet, jusqu'à présent, on s'est toujours adressé, pour obtenir le ciment des constructions, à des matières dont la chaux et l'argile forment la base, dont l'eau est l'agent transformateur, et qui n'acquièrent leurs propriétés cohésives qu'à la suite d'une réaction chimique. C'est fort bien lorsqu'il s'agit d'une maçonnerie exposée seulement au contact inoffensif de l'eau douce ; mais, ce qui convient aux fondations en rivière a été jusqu'ici, l'expérience le montre partout, insuffisant pour résister à l'action de l'eau salée ; il est tels points de l'Océan où tous les mortiers connus ont été successivement employés et successivement décomposés par la mer ; ni la pouzzolane, ni la chaux de Theil, ni le ciment de Vassy, ni celui de Portland, n'ont pu y subsister plus de huit ou dix ans.

Il est donc permis d'admettre que les phénomènes de destruction qui demandent de cinq à six années pour se produire sur un point, se manifesteront tôt ou tard, sur les autres et suivront leur cours dans un temps indéterminé, mais faible, relativement à la durée que doivent avoir les grands travaux maritimes.

C'est principalement sur les blocs artificiels en béton ou en maçonnerie de moëllons que s'exercent ces redoutables ravages ; ces blocs, placés isolément sur le flanc des digues pour protéger les fondations, reçoivent le premier choc des vagues ; leurs six faces sont également exposées à l'assaut du flux et à celui, bien plus fatigant encore, du reflux. La condition première d'un bloc artificiel est de rester immobile ; on est donc obligé de lui donner, pour augmenter son assiette, la forme d'un parallélipidède rectangle ; aussi les angles, attaqués les premiers, sont-ils bientôt abattus, et, la décomposition se propageant de la surface au centre, l'intérieur est rapidement envahi et détruit ; on peut voir dans tous les ports de mer de semblables effets.

Ce que nous disons du mode de destruction des blocs s'applique également aux maçonneries, mais d'une manière moins immédiate ; les murs de quais, par exemple, formant une masse compacte et considérable, n'offrant au contact de l'eau que leurs parements verticaux, c'est-à-dire une très petite partie de leurs joints, sont bien moins exposés que les blocs ; si la mer ronge les joints, on les refait, et l'économie générale du travail n'en est pas compromise, tandis qu'un bloc de béton, enfoui à plusieurs mètres au-dessous des basses eaux, est inaccessible aux réparations, ces réparations eussent-elles le pouvoir d'augmenter sa durée, ce qui n'est pas. On a tenté souvent, et vainement, de préserver, au moyen d'enduits, les blocs laissés à sec par la basse mer, et sur lesquels on a aperçu des commencements de décomposition ; ces raccommodages n'ont prolongé que d'une manière insensible leur existence.

Le problème est donc celui-ci :

Trouver un ciment dont les éléments n'aient aucune affinité pour les sels de la mer.

Ce ciment est probablement l'asphalte.

A priori, on peut affirmer qu'un morceau de mastic asphaltique doit séjourner indéfiniment dans l'eau de mer sans en être dégradé. En effet, comme on l'a vu dans les précédents chapitres, le mastic asphaltique n'est autre chose qu'un carbonate de chaux dont tous les pores sont occupés par du bitume ; ou, si l'on veut, c'est une masse compacte de grains calcaires agrégés par un bitume très tenace, qui enveloppe hermétiquement toutes les molécules et les colle les unes aux autres. Or, le carbonate de chaux est insensible aux sels marins, et, d'ailleurs, chacun de ses atômes est protégé par une pellicule de bitume plus insensible encore, puisque les éthers, les alcools, le naphte, l'essence de térébenthine et le sulfure de carbone sont les seuls dissolvants qu'on lui connaisse.

C'est ce que l'expérience a démontré, autant qu'une expérience peut être concluante en pareille matière. Des blocs d'asphalte, enchâssés dans des blocs en maçonnerie et mis à la mer pendant le mois de novembre 1859, n'avaient pas été seulement effleurés plusieurs années après.

Vers le mois d'avril 1860, des essais en grand ont été faits aux travaux de défense de la Pointe-de-Grave.

Nous ne saurions mieux expliquer la manière dont se construisent les blocs artificiels d'asphalte, qu'en indiquant comment on s'y est pris dans cette circonstance.

Le béton d'asphalte se prépare de la manière suivante :

Dans une chaudière à application ordinaire, on prépare environ 100 kilogrammes de mastic asphaltique, comme pour la construction d'un trottoir. Lorsque le mélange est entièrement liquide, ce qui, avec un feu soutenu, s'obtient au bout de deux heures à peu près, on y jette 50 kilogrammes de pierre cassée, semblable à celle qui sert au chargement des routes macadamisées, ou des galets de toutes grosseurs, jusqu'à celle d'un œuf, puis on brasse activement. Qnand on voit que la pierre est complètement et uniformément imprégnée de mastic en fusion, on en ajoute une nouvelle dose égale à la première, puis enfin une troisième, et l'on continue à brasser énergiquement.

Le mélange est alors composé ainsi qu'il suit :

Bitume pur........................	5 kil.
Mastic d'asphalte........	95
Pierre cassée ou galets	120
Total.............	220 kil.

Suivant les dimensions des chaudières employées, on pourrait évidemment augmenter ou diminuer la charge totale en conservant ces proportions.

Un quart d'heure environ après qu'on a mis le dernier lot de pierre, une demi-heure si la pierre n'est pas parfaitement sèche, le béton est prêt à être coulé. L'ouvrier chargé de la conduite de l'opération doit choisir le moment où les bulles de vapeur provenant de l'humidité des cailloux cessent de s'échapper ; quelques minutes de plus, la cuite brûlerait au fond de la chaudière.

Les blocs ordinaïres cubent 9 mètres : leurs dimensions sont :

1 m. 50 + 2 m. 00 = 3 m. 00.

Pour couler le béton d'asphalte, il suffit de monter un de ces châssis où se mou-

lent les blocs en béton de chaux ou de ciment, et qui sont composés de quatre ais réunis à leurs angles par des tringles. On badigeonne les parois intérieures avec du lait de chaux, puis on y jette le mélange d'asphalte en le pilonnant jusqu'à ce que le moule soit plein ; au bout de dix jours, on démoule et on met le bloc à la mer dans la manière habituelle.

Les blocs ainsi construits ont un grave inconvénient; ils sont fort chers. En effet, l'asphalte est un produit coûteux qu'il ne faut pas prodiguer et, dans l'intérieur d'un bloc de 9 mètres cubes, dont la surface ne sera peut-être pas pendant bien des années attaquée à plus de quelques centimètres de profondeur, il se trouve une énorme quantité de matière dont le seul rôle est de faire du poids et de tenir de la place; une valeur considérable est donc inutilement enfouie dans la masse. Le défaut révélait de lui-même son correctif; il fallait simplement n'employer l'asphalte qu'à la surface,et composer le centre avec les matériaux à bas prix, qui n'eussent d'autre mérite que leur poids spécifique. C'est sur ce principe qu'ont été établis les blocs de la Pointe-de-Grave.

Nous allons donner une description détaillée de ces expériences, qui, sauf les modifications qu'une plus longue pratique inspirera certainement, peuvent être rigoureusement imitées; leur succès relatif leur donne une garantie provisoirement suffisante.

Les blocs de la Pointe-de-Grave sont des blocs mixtes, formés d'un noyau en maçonnerie de chaux grasse de Plassac, basse qualité, et d'une enveloppe en béton d'asphalte de 0m15 en moyenne, le tout donnant un cube de 9 mètres.

Voici comment a été conduite l'opération :

Sur une plate-forme en madriers soutenus par des solives qui reposaient sur le sol, on a monté les quatre ais d'un châssis à mouler les blocs en béton ordinaire, et l'on a formé une caisse cubant environ 9 mètres; au fond de cette caisse on a disposé en quinconce, et à une distance de 0m40 à 0m50 les uns des autres, des moëllons à longue queue, piqués sur une de leurs faces et reposant sur cette face. Puis, après avoir préparé, comme nous l'avons indiqué plus haut, le béton d'asphalte, on l'a coulé dans l'intervalle de ces pierres et pilonné avec des dames en fer de 0m08 de

côté, pesant environ 10 kilogr. On a ainsi formé au fond de la caisse, dans les intervalles laissés par des moëllons une couche de béton d'asphalte de 0m15 d'épaisseur; avant que cette couche fût refroidie, on y a répandu du gros caillou cassé, qu'on a damé fortement et qu'on a fait pénétrer dans le mastic jusqu'à moitié de son épaisseur. On a laissé ensuite refroidir.

Le lendemain, on a enlevé les quatre ais du moule : le travail présentait alors l'aspect d'une couche d'asphalte de 0m15 d'épaisseur; ayant pour autres dimensions celles du moule, et de laquelle surgissaient çà et là des moëllons fortement engagés dans la masse, saillants de 0m25 à 0m30 au dessus de la surface supérieure, et dont les intervalles étaient occupés par la pierre cassée, solidement collée à la surface. Ces queues de moëllons et cette pierre cassée étaient destinées à amorcer la maçonnerie du noyau.

L'assise inférieure ainsi préparée, on a monté le noyau, c'est-à-dire qu'on a construit sur la couche de béton d'asphalte un bloc en maçonnerie de médiocre qualité ayant les dimensions du bloc futur, moins 0m15 sur

chaque face en moyenne. Les parements de ce noyau ont été réservés abruptes et irréguliers, chaque moëllon saillant inégalement et chaque joint profondément dégradé.

Une précaution qui n'a point été prise à la Pointe-de-Grave, mais que les expériences en petit ont démontrée excellente, consiste à brosser le noyau, avant la coulée de l'enveloppe, avec du bitume ou goudron très chaud et très liquide.

Le noyau bâti, on l'a laissé prendre ; puis, lorsque le mortier a été reconnu suffisamment durci, on a remonté les quatre ais du moule qui ont circonscrit ce noyau, tout en laissant entre eux et lui sur toutes les faces verticales une distance moyenne de 0^m10 à 0^m20. Dans ce vide, on a coulé du béton d'asphalte jusqu'au dessus du moule.

Comme, d'ailleurs, on avait aussi laissé, entre la face horizontale du noyau et le plan passant par les quatre arêtes supérieures des ais, une distance moyenne de 0^m15; on a encore rempli ce vide de béton asphaltique, de façon que, lorsqu'on a démoulé, le noyau en maçonnerie s'est trouvé enveloppé de toute part d'une couche de béton d'asphalte de 0^m15 d'épaisseur.

D'autres blocs ont été construits, en 1861, au fort Boyard, port de Rochefort; mais l'entrepreneur, chargé de les jeter à la mer, l'a fait avec si peu de soin, que l'enveloppe en asphalte s'est fendue; l'eau de mer a pénétré dans le noyau et l'a détérioré. Ces blocs ainsi dégradés ont été détruits par la mer, très violente sur ce point.

Ce deuxième essai peut donc être considéré comme nul.

Lorsqu'il sera prouvé, par une expérience d'une durée suffisante, que l'asphalte résiste à peu près indéfiniment à l'action de l'eau salée, on se préoccupera peu de son prix; ce sera un élément négligeable. Mais l'expérience n'a encore dit que peu de chose; quatre ou cinq ans de résistance pour un bloc ne donnent que des probabilités en sa faveur, et, si la théorie affirme, la pratique fait encore ses réserves. Il faut donc compter avec la question de prix. Or, en supposant un bloc de 9 mètres cubes, revêtu d'une épaisseur moyenne de 0^m15, on peut établir le devis suivant, en supposant que le travail s'exécute en un port quelconque de l'Océan,

depuis Dunkerque jusqu'à Bayonne :

Noyau. — Maçonnerie de chaux grasse et de moëllon brut de 6^{m}500 à 21 fr. ..	136 fr.	50
Enveloppe. — Béton d'asphalte, fourniture et main-d'œuvre, 3^{m}500 à 125 fr. 40.	438	90
Prix de revient total, abstraction faite de tous frais généraux, bénéfices, etc.......	575	40

Soit 64,00 francs le mètre cube.

C'est-à-dire à peu près le prix des blocs en ciment de Portland, qui, sur les points dont j'ai parlé plus haut, résistent environ sept ou huit ans.

Pour résumer en quelques mots le paragraphe, nous rappellerons :

Que les mortiers, quels que soient leur résistance et leur degré d'hydraulicité, sont presque partout insuffisants pour jouer le rôle de ciment dans les constructions maritimes ;

Que cette insuffisance tient à leur nature même, et, par conséquent, à un défaut qu'on ne peut espérer corriger ;

Que l'asphalte, mastic extrêmement énergique, dont une haute température peut seule

diminuer la ténacité et qui n'est attaqué ou dissous que par des substances introuvables dans l'eau de la mer, que l'asphalte, disons nous présente tous les caractères du ciment qui doit remplacer les autres ;

Enfin, que si ce nouveau système n'a pas encore puisé dans une longue expérience l'autorité nécessaire pour réclamer sa place dans les travaux maritimes, exclusivement à tout autre, au moins, la clarté de sa théorie, l'état actuel de sa pratique, l'importance extrême de son but, lui donnent des droits sérieux à l'attention de tous les hommes spéciaux.

Dalles mobiles en asphalte coulé

L'outillage d'application de l'asphalte coulé étant d'un prix relativement coûteux et d'un transport difficile, on a cherché le moyen de le réduire à sa plus simple expression en vue de rendre pratiques certains ouvrages de peu d'importance à exécuter dans les campagnes ou dans les localités peu industrielles.

On a été ainsi conduit à fabriquer à l'avance des dalles d'asphalte coulé qui, transportées à pied-d'œuvre, peuvent être remises en place et soudées entre elles par le premier maçon venu, et même par un simple manœuvre un peu intelligent, de façon à reproduire la couche d'asphalte continue et imperméable qui constitue le trottoir.

Ces dalles sont toutes coulées dans le même moule et présentent ainsi exactement les mêmes dimensions, ce qui facilite beaucoup la pose; elles portent sur leur pourtour un biseau qui permet de rapprocher la partie inférieure en laissant entre les bords supérieurs l'espace nécessaire pour la soudure.

Leur pose se fait avec autant de facilité que celle des carreaux en terre cuite. Elle n'exige comme matériel spécial qu'une bassine remplie d'eau chaude pour chauffer plus régulièrement les plaques.

Le dallage en plaques d'asphalte est particulièrement désigné pour les établissements éloignés des grands centres où une réparation peu importante ne justifie pas le transport des ouvriers et du matériel nécessaires. Ce

système a surtout son application dans les établissements agricoles, pour le sol des logements et des granges, greniers, écuries, étables, fosses à purin, cours de fermes; partout, en un mot où le sol doit être uni, facile à laver, imperméable et inaccessible à l'imprégnation des eaux ménagères ou des liquides d'étables et d'écuries.

Les dalles mesurent chacune exactement un tiers ou un quart de mètre carré. Elles s'expédient en wrac par wagons complets ou en caisses pour les envois de moindre importance. Un wagon complet en contient environ 140 mètres carrés à $15^m/^m$ d'épaisseur. Elles se conservent indéfiniment sans altération empilées dans le coin d'une cour. Il suffit, si l'emplacement est exposé au soleil, d'intercaler de vingt en vingt plaques un plateau volige pour empêcher leur déformation.

Pose des dalles. — Comme pour toute espèce de dallage en asphalte, on doit d'abord s'assurer que le sol qui doit recevoir les dalles est assez solide pour que, sous le poids des charges destinées à y passer, il n'ait à redouter aucun tassement; l'asphalte en couche

ne peut être qu'un simple enduit protecteur et ne présente aucune résistance propre.

Si le sol possède cette solidité naturellement, on se bornera à en dresser la surface, suivant les pentes que l'on veut donner, au moyen de terre fine ou de sablon ; la pose sera plus facile si l'on humecte le sablon avec un lait de chaux, de manière à faire un mortier sec facile à dresser. Mais il vaudra toujours mieux régler le sol au moyen d'un enduit en mortier très serré pour ne pas être obligé d'attendre la prise.

Le sol, réglé comme il convient, ne sera en contrebas du niveau définitif que de l'épaisseur des plaques ; l'asphalte épousera les ondulations de la forme sur laquelle il est posé.

Il est essentiel qu'il n'y ait point, par la suite, de déformations dans la surface ; la couche asphaltique, ne pouvant résister par elle-même, suit ces déformations, s'il s'en produit ce qui donne naissance à des flaches dans le dallage.

Le terrain étant préparé, on procède à la pose des dalles.

Les dalles sont posées à côté les unes des autres, de manière à se toucher par la partie inférieure ; il faut qu'elles soient placées sur le sol de façon à s'y trouver parfaitement d'aplomb, sans aucun porte-à-faux.

Pour assurer ce parfait aplomb, il suffit de chauffer légèrement les plaques en les exposant simplement au soleil pendant la belle saison, ou en les plaçant pendant quelques minutes dans une bassine de dimension, remplie d'eau et posée sur un foyer ; la dalle ainsi ramollie épouse exactement la forme du sol sur lequel on la place. On fait la pose en commençant par l'entrée de la pièce à daller, et l'on procède ainsi en avançant sur les plaques déjà posées et en vérifiant souvent le niveau au moyen d'une règle bien droite.

Lorsque l'espace à daller est irrégulier ou, si, bien que carré, il n'a pas les dimensions nécessaires pour renfermer un nombre exact de dalles, on se borne à en découper quelques-unes pour former l'appoint.

Le carrelage en asphalte remplace complétement le dallage coulé sur place ; à l'usage, on n'y trouve aucune différence, si ce n'est, à

l'avantage du carrelage ; par exemple la très grande facilité de dépose et de repose.

Il peut donc être employé pour les trottoirs ou allées de jardin très fréquentées, les revers le long des habitations pour écarter l'humidité, les sols des pièces intérieures surtout au rez-de-chaussée, les étables, écuries, remises ; dans les granges ; il permet de battre, sans risque d'altération du grain ; on en peut faire des rigoles, des conduites d'eau, même des bassins. En augmentant les épaisseurs on en obtient un pavage sur lequel peuvent passer toutes les charges, si le sous-sol est bien résistant.

Les épaisseurs des dalles varient $0^{m}015$ à $0^{m}045$ pour tous les emplois ordinaires.

VI

LES MAÇONNERIES ASPHALTIQUES

1° FONDATION EN ASPHALTE COULÉ

Cet emploi de l'asphalte a pris, en ces derniers temps, une telle importance et il est facile de lui prévoir de tels développements dans l'avenir que nous avons jugé utile de lui consacrer un chapitre spécial de notre travail. Nous devons à la vérité d'ajouter que nous avons pour ce système des préférences paternelles. Le premier, il y a vingt-cinq ans, nous l'avons indiqué et expérimenté. Durant près d'un quart de siècle nous en avons, à peu près vainement, préconisé l'usage;

il a fallu que des circonstances douloureuses et inattendues survinssent pour que la pratique des travaux l'accueillît et l'utilisât. On dit que les enfants péniblement mis au monde sont les plus chers ; on ne s'étonnera pas que nous attachions à celui-ci un prix particulièrement élevé et que nous nous étendions avec une certaine complaisance sur son étude, ainsi que sur ses mérites.

La Bible, nous l'avons déjà dit croyons-nous au cours de ce livre, fait une fois mention de l'asphalte à propos de la construction de la Tour de Babel. Ceux qui l'édifièrent, et s'en trouvèrent mal dit l'Ecriture, se servaient paraît-il de l'asphalte comme de mortier. « La brique leur servit de pierre et l'asphalte leur servit de ciment. » (1).

Lorsque nous commençions à étudier les matières bitumeuses ce passage de l'ancien Testament tombé sous nos yeux nous parut un véritable contre-sens. Nous mîmes son obscurité sur le compte de l'incertitude du texte biblique. Il nous était en effet, difficile

(1) *Et asphaltus fuit eis vice cœmenti* (Genese C. XI.V. 3).

de comprendre comment une matière si facilement fusible si sensible, à l'état de trottoir, aux variations de la température atmosphérique, si portée à prendre la consistance pâteuse, dans les chaleurs sous les pieds des passants, avait pu servir de ciment pour des maçonneries construites sous les climats orientaux. Cependant nous voulûmes en avoir le cœur net. A la suite de quelques expériences faites en vue de constater d'une manière exacte l'influence réelle de la température ambiante sur le mastic d'asphalte naturel (celui dont on se sert pour construire les trottoirs), nous reconnûmes que ce produit, si prompt à se ramollir sous l'action du soleil quand il est posé en couches minces, devient absolument indéformable à n'importe quelle température climatérique, lorsqu'il se trouve en masses d'un certain volume. Nous en fîmes l'essai sur de petits blocs de mastic d'asphalte mélangés de gravier, de un décimètre cube seulement. Ces blocs, exposés au soleil de juillet pendant plusieurs semaines ne se déformèrent pas d'une façon appréciable.

Encouragé par ces expériences, nous eûmes la pensée, un peu téméraire assurément de construire en maçonnerie d'asphalte un massif de 7 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur et 0m70 de hauteur destiné à servir de fondation à une machine à vapeur horizontale de 50 chevaux. Ceci se passait en 1863.

Après quelques tâtonnements et nombre faux pas inévitables en matière si nouvelle, nous réussîmes à édifier un bloc sur lequel la machine en question a marché 22 ans sans la plus légère détérioration. Nous dirons tout à l'heure dans quelles conditions elle vient d'être remplacée.

Nous avions, selon l'expression vulgaire, pris le taureau par les cornes ; c'est-à-dire que nous étions allé droit à la plus grande des difficultés à vaincre. Evidemment, si la maçonnerie asphaltique établie dans les proportions et les circonstances que nous venons d'indiquer résistait à la fois à vingt ans de trépidations incessantes et à la chaleur considérable développée par le cylindre à vapeur d'une machine à haute pression, on pouvait compter sur elle pour n'importe quel usage

analogue. Le procédé de la Tour de Babel nous était expliqué.

Nous employâmes en effet, depuis cette époque le même système à un certain nombre d'autres applications qui du reste n'étaient plus qu'un jeu. Par exemple des massifs de fondation de broyeurs Carr à grande vitesse, de concasseurs à cylindres, de machines à imprimer ; tous ces appareils fonctionnent encore avec la plus grande régularité. Non seulement il ne se sont pas déformés d'une façon appréciable, mais leur faible élasticité suffit pour absorber les vibrations a tel point que si l'on place le doigt sur n'importe quel point de leur surface il est impossible d'y percevoir la moindre secousse.

Cette application de la maçonnerie d'asphalte aux fondations de machines à grande vitesse, en vue d'en supprimer les trépidations, a donné du reste la mesure de ce qu'elle vaut dans une circonstance assez singulière. Il y a une dizaine d'années, un broyeur Carr était établi quai de Valmy sur un massif en maçonnerie de ciment ordinaire. Un graveur sur verre, dont l'atelier se trouvait dans la

maison voisine, se plaignit que, depuis l'installation de cet appareil, les vibrations qu'il imprimait au sol l'empêchaient absolument d'exercer son art. Procès et injonction au propriétaire du broyeur d'avoir à supprimer, ou les trépidations, ou l'appareil. L'appareil ne fut pas supprimé, mais reconstruit sur un massif de maçonnerie asphaltique ; les trépidations disparurent et l'artiste put travailler désormais en paix chez lui.

La plus importante de ces applications et la plus concluante a été faite par nous au mois de juillet dernier dans des conditions, qui ne laissent plus aucun doute sur les services quelle doit rendre à l'industrie.

Il s'agissait de remplacer la machine à vapeur dont nous avons parlé plus haut par une autre, à haute pression et à condensation, d'une force et d'une vitesse doubles.

L'établissement de cette nouvelle machine comportait un massif de fondation de 3,50 de hauteur, 4,00 de longueur et 1,25 de largeur.

Nulle occasion plus favorable ne pouvait se présenter de montrer les avantages du système, car, en aucun cas il ne pouvait être

appliqué dans des conditions plus difficiles. L'extrême précision des organes de la machine (1) exigeait en effet une fondation indéformable afin d'éviter le moindre échauffement des surfaces frottantes. Il a fallu toute notre confiance dans notre système pour risquer un pareil enjeu. Le succès a donné pleinement raison à notre hardiesse.

La machine en question marche à l'heure qu'il est depuis environ dix-huit mois et, à part les inévitables petits accrocs des premiers jours, dus à des causes purement accidentelles, elle a toujours fonctionné avec une régularité parfaite. Les vibrations sont absolument interceptées par le massif de fondation et, n'était le bruit de la pompe à air, il serait impossible, même en mettant la main sur le massif, de deviner si l'appareil est en marche ou au repos.

Nous considérons donc comme résolu le problème que nous nous étions posé à savoir ;

1° Supprimer par l'emploi d'une fondation légèrement élastique et néanmoins invariable

(1) Elle sort des ateliers de MM. Piguet et Cie de Lyon.

la transmission des trépidations produites par les machines ;

2° Obtenir, par l'effet de cette faible élasticité, un mouvement plus doux dans les appareils et par suite une conservation plus longue de leurs organes.

Il nous reste à faire connaître par quels moyens pratiques nous sommes parvenus à réaliser cette solution.

Après avoir fait dans le rocher formant le sol de l'emplacement choisi les excavations nécessaires, nous avons dressé un moule en planches fortement appuyé et consolidé sur son pourtour, afin d'éviter toute espèce de déformation pendant la coulée. Les surfaces intérieures ont été revêtues de gros papier commun pour empêcher l'asphalte d'adhérer au moule.

On a réservé, pour le passage des boulons de fondation, des trous au moyen de noyaux en bois légèrement coniques engagés dans la masse et maintenus par des armatures en planche. Ces noyaux ont été, eux aussi, revêtus de papier ; après le refroidissement de la masse, on s'est contenté de les chasser par la petite chambre inférieure réservée pour les clavettes.

Les organes de la condensation sont fixés au moyen de boulons de scellement sur des pierres de taille engagées dans le bloc asphaltique et maintenues dans leurs alvéoles d'une manière inébranlable par la simple adhérence du mastic.

Le moule étant monté, les noyaux des trous de boulon mis en place, et les pierres de taille, destinées à être incrustées dans le bloc, disposées dans l'emplacement qu'elles devaient définitivement occuper, on a procédé à la coulée du massif.

On a commencé par étendre au fond du moule une couche de mastic d'asphalte liquide et très chaud, (environ 200°), dans laquelle on a noyé un lit de moellons de toutes grosseurs préalablement chauffés et aménagés de façon à laisser entre eux le moins de vide possible. Des petits cailloux ont été introduits dans tous les joints trop larges, afin de réduire ce vide à son *minimum*. Cette première assise achevée (et nous faisons remarquer en passant que chaque assise, à joints irréguliers, doit être préparée de façon à s'enchevêtrer avec les supérieures et inférieures, on en établit une seconde de la même façon, c'est-à-dire

après avoir recouvert la première d'une nouvelle couche d'asphalte liquide. L'opération se poursuit de cette façon jusqu'au complet achèvement du bloc.

La construction du massif qui nous occupe en ce moment ayant duré plusieurs jours, s'est effectuée par coulées successives de quatre ou cinq mètres cubes chacune. On s'est borné à laisser chaque soir en saillie un certain nombre de pierres, engagées dans le mastic à leur partie inférieure et qui ont servi d'amorce pour la coulée du lendemain. La soudure de ces diverses assises quotidiennes s'est faite d'une façon irréprochable.

Il a fallu douze jours pour que la masse, suffisamment refroidie, pût être démoulée sans se déformer.

Immédiatement après le démoulage on a commencé l'installation de la machine, qui a été montée sur ce monolithe et qui fonctionne, comme nous l'avons dit plus haut, d'une façon parfaite.

Le problème de la suppression des trépidations transmises au sol par les machines nous semble donc définitivement résolu.

Nous devons toutefois signaler, dans l'installation que nous venons de décrire, deux légers inconvénients faciles à éviter, mais auxquels les Ingénieurs qui se proposeraient d'adopter ce système devront prendre garde; nous allons en même temps les indiquer et donner des moyens d'y remédier.

Nous avons dit que la chaleur atmosphérique n'avait, si élevée qu'elle fût, aucune influence sur la maçonnerie d'asphalte d'un certain volume. Il n'en est pas de même de la chaleur d'un corps qui, appliqué sur lui, d'une façon permanente, peut, non pas déformer le massif, mais ramollir la surface de contact.

Supposons, par exemple, le bâti d'une machine à vapeur à haute pression posé directement sur une couche d'asphalte. La vapeur, sous la pression de 7 kilogr., arrive dans le cylindre à une température qui dépasse 150°. Le bâti, échauffé par cette vapeur, rend pâteuse jusqu'à la profondeur de quelques millimètres la surface asphaltée sur laquelle il repose; cela peut suffire pour déterminer un tassement et une dénivellation nuisibles à la bonne marche de la machine. Le moyen

d'éviter cet inconvénient consiste simplement à interposer entre la fonte et l'asphalte une matière mauvaise conductrice de la chaleur. Sur le bloc de la machine que nous venons de monter, nous avons placé une chape de 0,03 de ciment qui a suffi pour conjurer toute déformation. Nous avons également, par prudence, isolé le cylindre au moyen d'une petite maçonnerie en brique et ciment, et d'une armature métallique.

Le second des inconvénients auquel nous avons fait allusion plus haut est celui-ci :

Les huiles de graissage sont un dissolvant du bitume ; les huiles minérales surtout, dont l'usage est aujourd'hui si répandu. Or, à la longue, ces huiles, soit versées avec négligence, soit filtrant à travers les organes de l'appareil, s'étalent sur l'asphalte, dissolvent son bitume et ramollissent légèrement les surfaces, produisant ainsi le même effet que la chaleur. Indiquer le mal, c'est enseigner le remède : obliger le chauffeur à une grande propreté et munir les parties situées dans les organes à graisser de bâches en zinc ou en fer blanc destinées à recueillir les excédents

d'huile. Ce sera tout bénéfice pour le propriétaire de la machine.

Pour que cette étude de la fondation bitumeuse destinée à supporter la machine fût complète, nous devrions y ajouter quelques mots sur les prix du système dont nous venons d'exposer l'économie technique. Nous ne le ferons point, parce que, sous ce rapport, la question nous paraît encore trop complexe. Suivant que le bloc à construire est plus ou moins volumineux, que sa forme est plus ou moins compliquée, qu'il doit être construit à une distance plus ou moins grande des lieux de production de l'asphalte, la dépense qu'il exige varie considérablement. Il n'existe pas d'ailleurs un assez grand nombre d'expériences pour que l'on puisse en déduire à ce sujet des règles fixes. On devra donc jusqu'à ce que la pratique en soit plus répandue, faire pour chaque travail une étude spéciale et un devis calculé d'après les conditions particulières à ce travail.

Les règles de cette évaluation ne manqueront pas de s'établir peu à peu. Ce qui est aujourd'hui hors de toute incertitude, c'est d'abord que le système est entré définitive-

ment dans le domaine de la pratique industrielle, ensuite qu'il a résolu d'une façon satisfaisante un problème dont la solution avait été, croyons-nous, cherchée jusqu'ici sans succès : intercepter les trépidations produites par les machines à grande vitesse et en supprimer la transmission aux édifices voisins.

Nous ajouterons à ce résultat définitivement acquis le grand avantage que procure, pour le bon fonctionnement des appareils, la légère élasticité de l'asphalte, élasticité, comme nous l'avons déjà expliqué, exclusive de toute déformation. Nous attribuons à cette propriété spéciale des maçonneries bitumeuses l'état de conservation exceptionnel où se trouvent les différentes machines que nous avons, depuis quelques années, établies sur ce genre de fondation.

2° Fondations en asphalte comprimé

Depuis quelques mois, nous avons essayé, avec un succès égal, de remplacer les fondations de machines en maçonnerie d'asphalte coulé par une assiette en asphalte comprimé.

Nous devons expliquer ici que, tandis que l'asphalte coulé, employé à l'état de maçonnerie à joints irréguliers ou à l'état de béton, peut constituer des blocs isolés de telle dimension et de telle hauteur que l'on désire, l'asphalte comprimé, lui, veut être encaissé sur cinq de ses faces; la face supérieure seule devant rester libre pour recevoir l'appareil auquel elle servira de base.

La première tentative de ce genre que nous ayons faite s'appliquait aux fondations d'un marteau-pilon de grande dimension situé dans une usine du bassin de la Loire et dont les chocs ébranlaient le bâtiment qui l'abritait et même les habitations circonvoisines. Consulté sur le remède à employer contre ce grave inconvénient, nous fîmes placer, entre la chabotte et la fondation en bois debout du marteau, un cadre rigide en fer rempli d'une épaisseur de 0^m30 d'asphalte comprimé. Les trépidations dangereuses furent ainsi atténuées au point que tout péril de destruction se trouva supprimé.

Nous appliquâmes ensuite le procédé à plusieurs machines d'un fonctionnement moins brutal, mais qui ne laissaient pas de

causer à leurs propriétaires de sérieux ennuis par suite des réclamations des habitants d'alentour.

Le premier de ces essais fut la correction d'une essoreuse établie dans la buanderie de l'hôpital de la Maternité et dont les vibrations, insupportables pour les hôtes de la maison, allaient ébranler et même faire tomber à terre les bocaux d'un pharmacien dans son magasin situé de l'autre côté de la rue. L'ingénieur de l'Assistance publique, M. Guary, qui nous autorise à le nommer, nous consulta sur les moyens de supprimer ces inconvénients qui mettaient l'Administration sous le coup d'un procès. Nous fîmes enlever l'essoreuse et remplacer une partie du massif de fondation par de l'asphalte comprimé disposé avec des précautions qu'il serait trop long d'expliquer ici. Depuis, les trépidations ont disparu et, avec elles, les plaintes des voisins.

Les exemples de ce genre se sont successivement multipliés. Nous avons même été conduit, en certains cas, à combiner les deux systèmes et à placer l'asphalte comprimé concurrement avec le bloc en asphalte coulé. C'est ainsi qu'il en a été dans plusieurs des

grands théâtres de Paris pour l'installation des machines électriques destinées à leur éclairage. L'échantillon le plus topique que nous puissions citer de cette application est le travail exécuté dans une des principales imprimeries de Lyon où deux machines rotatives à journaux, récemment montées, causaient à la maison entière de telles vibrations qu'un jugement du Tribunal avait ordonné l'arrêt immédiat des machines. Ces appareils étant situés à fleur de terre, nous fîmes creuser sous chacune d'elles une fosse de 1m50 de profondeur, au fond de laquelle nous plaçâmes un lit d'asphalte comprimé. Sur cette couche, nous élevâmes un massif en maçonnerie d'asphalte coulé isolé des parois de la fosse sur ses quatre faces latérales par un vide de 10 centimètres. Les machines furent posées sur ce bloc. Depuis ce moment, ces machines marchent sans que les habitants de la maison s'en aperçoivent et toutes les plaintes ont été retirées.

On nous excusera d'insister ainsi sur une innovation dont nous sommes l'auteur. Les services qu'elle a rendus et qu'elle rendra sans doute dans l'avenir sont tels qu'ils nous

a paru utile de la signaler avec quelques détails. On nous permettra d'ajouter que son exploitation ne nous est personnellement d'aucun profit. Mais nous n'en sommes pas moins intéressé à en parler ; car ce que nous redoutons sur toutes choses c'est de la voir appliquée à tort et à travers par des gens inexpérimentés qui la compromettent en l'exécutant mal ou avec des matières de mauvais aloi.

Tout récemment, un constructeur de moteurs à gaz s'est avisé de faire faire pour un de ses apppreils un bloc de fondation imité des nôtres ; mais avec une telle ignorance des conditions normales, peut-être aussi avec des matières si défectueuses, qu'au bout de quelques jours la chaleur de l'appareil a déformé le bloc. Peu s'en est fallu que cet industriel mal avisé s'en prît au système lui-même, d'un accident dû uniquement à ce que, par un procédé qui n'était pas absolument correct, il nous avait emprunté, sans nous consulter, un système dont ni lui, ni son metteur en œuvre ne savaient se servir.

Aussi nous croyons-nous autorisé, étant, nous le répétons, pécuniairement désinté-

ressé dans la question, à dire que le meilleur, et pour le moment, le seul moyen de l'employer avec certitude de succès est d'en confier l'exécution à la Compagnie Générale des Asphaltes de France, dont le personnel et les ouvriers ont exécuté et surveillé sur nos indications tout ce qui s'en est fait depuis l'origine.

Nous devrions peut-être pour compléter ce chapitre dire quelques mots des essais faits ou à faire sur la maçonnerie asphaltique dans certains travaux spéciaux de l'Artillerie et du Génie; mais le moment ne semble pas opportun pour donner de pareilles explications. Nous préférons laisser cette lacune dans notre livre; sauf à la remplir dans une édition future, lorsque les raisons que tout le monde comprendra et qui défendent cette publicité auront disparu.

VII

CONTREFAÇONS ET IMITATIONS DE L'ASPHALTE

Comme nous l'avons expliqué ailleurs la contrefaçon ou l'imitation de l'asphalte en minerai est impraticable. On peut, à la vérité imprégner artificiellement de bitume le calcaire blanc et lui donner l'apparence de l'asphalte naturel ; nous sommes nous-même parvenu à obtenir ce résultat en introduisant dans les pores d'un bloc de carbonate de chaux pur une solution de bitume et de sulfure de carbone; le sulfure ayant été évaporé par un chauffage lent et modéré, le bitume ainsi abandonné dans le calcaire lui a donné

un aspect tel qu'il était devenu difficile de le distinguer à simple vue du minerai d'asphalte naturel. Mais, d'une part, c'est là une opération de laboratoire, inacessible à la pratique industrielle; d'autre part, il suffirait de chauffer à 80 ou 100° un échantillon de ce produit artificiel pour reconnaître le subterfuge. A cette température l'asphalte naturel tombe en poussière; l'asphalte fabriqué comme nous venons de le dire resterait solide.

S'il est absolument exact que l'asphalte en nature ne peut se contrefaire, il le serait moins de dire que les chaussées en asphalte comprimé ne peuvent pas s'imiter; grossièrement il est vrai; mais, pour des personnes peu versées dans la connaissance de la matière, l'erreur est encore possible.

On peut en effet y employer, soit des produits naturels de qualité médiocre mélangés avec des ingrédients hétérogènes, soit même des matériaux entièrement factices, comme la marchandise américaine connue sous le nom d'asphalte *Barber* et dont nous avons raconté plus haut les mésaventures à Paris. Les ingénieurs ne s'y sont pas trompés

assurément; mais on n'enlèverait pas encore de l'esprit du public qui a suivi les péripéties de cette tentative malencontreuse que cette drogue était de l'asphalte.

En voici, en réalité la composition :

Matières bitumeuses (Trinidad et goudron de schiste)	16
Sable fin, calcaire blanc et argile	84
	100

C'est donc purement et simplement du *bitume factice* incomplètement cuit et comprimé sur le sol par des moyens ordinaires. On a vu (1) quel a été le sort de cette tentative.

Il n'existe donc pas de procédé industriel pour reproduire artificiellement l'asphalte brut et, en découvrît-on un, ce procédé serait probablement coûteux au point de devenir d'une pratique impossible.

Il n'en est pas de même de l'asphalte transformé en mastic sur lequel la contrefaçon s'est donné carrière ainsi que nous allons le montrer.

Nous ne confondons pas les imitations du mastic d'asphalte avec ses contrefaçons.

(1) Pages 89 et suivantes.

Les imitations loyales et ouvertement déclarées d'un produit industriel n'ont rien que de légitime. L'effort que fait l'industrie pour reproduire artificiellement et à bon marché une matière naturelle coûteuse est une œuvre louable, à la seule condition qu'elle se fasse au grand jour et que le produit ainsi obtenu se donne pour ce qu'il est et non pour ce qu'il cherche à imiter. Si l'économie réalisée compense l'infériorité du produit, il y a tout profit pour la consommation.

Malheureusement, en matière d'asphalte, il en est rarement ainsi. Innombrables au contraire sont les contrefaçons déloyales qui, à la faveur de certaines ressemblances difficiles à reconnaître parviennent à jeter sur le marché et dans les travaux d'énormes quantités de matières falsifiées dont nous ferons voir plus loin les lamentables résultats.

Voici de quelle façon s'exerce cette industrie.

On a vu au chapitre III (2° et 3°) de quelle façon on obtient industriellement le mastic d'asphalte. Si, au lieu d'employer à cette fabrication de la roche d'asphalte, on se sert d'un

mélange de blanc de Meudon (ou calcaire analogue) et de terre à four, pulvérisés, on obtient, avec les mêmes procédés que nous avons décrits, une matière que sa couleur, sa structure et ses propriétés physiques peuvent faire passer, même aux yeux les plus exercés, pour du mastic d'asphalte véritable.

Dans certaines applications souterraines, mises absolument à l'abri de l'air et pour lesquelles les accidents de fissure et de fendillement sont sans importance, par exemple le lambourdage de certains planchers, le bitume factice ainsi fabriqué avec des bitumes de Trinidad bien épurés ne présente pas d'inconvénient notable. Malheureusement, dès que l'on entre dans cette voie de l'économie mal raisonnée, on ne s'arrête pas aisément; au lieu des bitumes naturels, fixes, qui sont chers d'achat et de préparation, on ne résiste guère à la tentation qui conduit à employer, dans la fabrication du bitume factive, soit des goudrons de schiste de mauvaise qualité, soit même des brais provenant des usines à gaz. Une fois le pied sur cette pente on ne s'arrête plus guère dans le chemin du mauvais.

On peut admettre que presque tous les *bitumes factices*, sinon tous, qui sont employés dans l'industrie sont fabriqués dans ces dernières conditions; et, étant donné l'extrême difficulté que trouvent les personnes chargés de la surveillance des travaux à les discerner du véritable asphalte, on doit le considérer comme un ennemi redoutable qu'à tout prix l'on doit tenir à distance des travaux sérieux.

On parvient, avec quelque habitude de la matière, à reconnaître les mastics dans la composition desquels entre le goudron de gaz. L'odorat seul suffit pour révéler sa présence (1); mais encore faut-il avoir pratiqué ce genre d'investigation, et bien peu parmi les surveillants de travaux, sont capables d'en user. Ce serait donc un mode de vérification illusoire, celui qui consisterait à obliger le surveillant à sentir un morceau de chaque pain de mastic employé dans un travail; nous n'avons pas besoin de faire remarquer à quel point cet expédient serait impraticable.

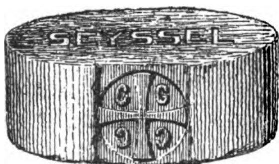
(1) Voir aux documents le procédé indiqué par M. Durand Claye, pour reconnaître la présence du goudron de gaz.

Un seul moyen offre des garanties absolues, c'est la marque de fabrique.

On nous excusera certainement de montrer une certaines prédilection pour les produits d'un établissement que nous dirigeons personnellement depuis trente ans et dans lequel nous nous sommes appliqué à réaliser tous les progrès dont l'industrie de l'asphalte est capable. Sans vouloir dénigrer les produits similaires, obtenus dans d'autres usines qui toutes, ou à peu près, ont été copiées plus ou moins immédiatement, et plus ou moins habilement sur la nôtre, il doit nous être permis de dire que le moyen le plus efficace de contrôler la bonne qualité du mastic d'asphalte est d'exiger sur chaque pain la marque adoptée par nous et imprimée sur tous les pains sortant de nos mains. En exigeant cette marque on sera tout au moins certain, d'une part que la matière ne renferme que du minerai d'asphalte naturel, d'autre part, qu'elle a été fabriquée suivant les méthodes les plus perfectionnées.

Le pain de mastic de Seyssel est cylindrique. Il a 0,33 de diamètre et de 0,11 à 0,13 de hauteur. Il porte sur le plat, à sa partie

supérieure le mot SEYSSEL, imprimé en creux et, sur le flanc, la marque de fabrique dont le croquis est ci-dessous.



Les contrefacteurs se sont évertués naturellement, de mille façons, à approcher, autant qu'il était possible sans tomber sous le coup de la loi pénale, de la forme que nous venons d'indiquer. Tout ce qui pouvait ressembler à une croix de Malte, sans être précisément une croix de Malte a été utilisé en vue de tromper les yeux. Naturellement aussi, on a adopté exactement la forme et le poids des pains de Seyssel. Des falsificateurs plus avisés que tous les autres ont poussé l'ingéniosité jusqu'à venir chercher dans les environs de l'usine de Seyssel une certaine terre glaise dont on s'y sert pour barbouiller les moules afin d'empêcher l'adhérence des pains. Cette terre reste en partie attachée aux pains démoulés et pour beaucoup d'applicateurs, même pour plus d'un surveillant, elle est une marque suffisante à reconnaître l'authenticité du produit.

Quelques contrefacteurs n'ont pas manqué de s'emparer de ce moyen de masquer leur fraude et de donner le change au consommateur, en enduisant leurs pains d'une terre de même couleur que certains sont venus ramasser jusqu'aux portes des usines où se fabrique le mastic de Seyssel.

Nous ne voulons pas pousser plus loin les exemples de l'acharnement avec lequel la contrefaçon s'étudie à créer des confusions dont le véritable asphalte souffre, mais dont souffrent encore davantage les travaux où une suffisante surveillance n'est pas exercée. On ne saurait croire combien ce nom de *Seyssel* a excité de convoitises et quel mal se donnent les falsificateurs pour l'appliquer plus ou moins ostensiblement à leurs produits, presque toujours avec succès. Nous ne pensons pas nous tromper en calculant qu'il se consomme à Paris dix fois plus de mastic factice que d'asphalte véritable. La proportion est plus élevée encore, croyons-nous, en province où le contrôle ne peut pas être aussi efficace qu'à Paris.

Les résultats de cette confusion entre les deux produits sont désastreux, c'est par

millions qu'il faudrait évaluer les pertes qui en résultent, non pas précisément pour les budgets de l'Etatet des grandes villes qui prennent généralement avec une certaine énergie leurs précautions contre la fraude, mais pour ceux des administrations privées et des particuliers.

La suite ordinaire de l'emploi des bitumes factices utilisés comme dallages est une destruction plus ou moins rapide de ces ouvrages, selon que la falsification est plus ou moins grossière et la surface bitumée plus ou moins fatiguée par les intempéries et la circulation. Dans une rue où l'asphalte naturel durera 20 ans, on peut admettre que le bitume factice préparé avec soin résistera 5 ou 6 ans et le factice de basse qualité deux ou trois ans. C'est croyons-nous la proportion moyenne révélée par l'expérience. Aussi est-ce une précaution bien illusoire que celle qui consiste à insérer dans les marchés et les cahiers des charges des travaux d'asphalte, une clause imposant la garantie usuelle d'un an. N'importe qu'elle mixture bitumineuse, si mauvaise soit-elle, durera toujours un an. Ce n'est pas un an de garantie

qu'il faut exiger c'est dix ans, quinze ans, vingt ans, moyennant une légère indemnité annuelle, destinée à compenser l'usure et les détériorations accidentelles. Si, comme cela arrive si souvent, un travail mal fait, ou formé de matériaux suspects, se fend ou tombe à l'état pulvérulent au bout de dix-huit mois, les réparations (et elles vont parfois jusqu'à une réfection totale) ont bientôt fait de dévorer au double et au triple, souvent davantage, l'économie réalisée dans la dépense de premier établissement par l'emploi des mauvaises matières.

Il convient donc, d'abord, de se méfier du bon marché en matière d'asphalte, comme en toute chose où la qualité ne peut pas être appréciée par des moyens faciles. Ensuite il importe à tout particulier, à toute administration qui ne veulent pas s'exposer à des déceptions certaines, d'exiger sévèrement la marque de fabrique qu'un marché sérieux doit nécessairement imposer à l'applicateur si l'on veut éviter des mécomptes assurés et enfin, d'exiger une garantie aussi longue que possible, fallût-il pour l'obtenir accorder l'annuité dont nous parlons plus haut.

Nous ne saurions trop longuement insister sur la nécessité de cette rigueur qui renferme l' « *Etre ou ne pas être* » des travaux d'asphalte et qui forme la conclusion naturelle de ce petit livre. L'ingénieur chargé de l'exécution de travaux où entrent pour une part importante des ouvrages d'asphalte, est tenu de voir par ses yeux, d'étudier sur place la production de la matière première sous ses diverses formes ; de choisir, après cet examen, le produit dont la qualité lui semble la meilleure et dont la préparation est faite de la manière la plus satisfaisante dans les appareils les plus perfectionnés. Son choix fait, la question de prix vient en seconde ligne. L'important n'est pas d'avoir pour cent sous un produit qui vaut six francs ; l'important est de ne pas se voir obligé de réparer ou de refaire au bout de quelques mois le travail fait avec le produit de cent sous et qui, exécuté avec le produit de six francs, aurait duré quatre fois plus. Le raisonnement est élémentaire, aussi peu de personnes le font. L'asphalte véritable en pâtit souvent, et cruellement, moins encore dans les intérêts de ceux qui en font leur industrie

que dans celui de sa propre renommée. C'est ce dernier point de vue surtout qui nous touche, nous que trente ans de familiarité ont presque rendu solidaire avec lui. On ne s'étonnera donc pas que nous ayons insisté comme nous l'avons fait sur les maux que lui causent ses parasites et sur le dommage qui en résulte pour les travaux, quels qu'ils soient, dans lesquels il joue un rôle.

NOTES ET DOCUMENTS

NOTES ET DOCUMENTS

A

Ordonnance du 19 juillet 1843

CLASSANT PARMI LES MINES LE GISEMENT ASPHALTIQUE DE SEYSSEL.

« Sur la compétence ;

« Considérant que le renvoi ordonné avant « faire droit par l'arrêt de notre Cour royale « de Lyon, du 19 juillet 1859, a pour but de « faire déterminer le sens et l'objet de la « concession faite au sieur Secrétan par « arrêté du Directoire exécutif du 9 fructidor, « an V ; qu'il s'agit par conséquent d'inter- « préter un acte du gouvernement sur l'éten- « due et les effets duquel il y a contestation « entre les parties, et que, dès lors, c'est à

« nous, en notre conseil et par la voie con-
« tentieuse, qu'il appartient de donner cette
« interprétation ;

« En ce qui touche ladite interprétation,
« considérant que les propriétaires des ter-
« rains situés dans le périmètre de la conces-
« sion soutiennent que le calcaire bitumineux
« qui existe dans ce périmètre ne saurait
« être considéré comme compris dans la
« concession.

« 1° A raison de sa nature et de la forme
« sous laquelle il est livré au commerce ;

« 2° A raison de son gisement à la surface
« ou à peu de distance du sol.

« Sur le moyen tiré de la nature dudit
« calcaire et de la forme sous laquelle il est
« livré au commerce :

« Considérant qu'aucune disposition de
« l'acte du 9 fructidor, an V, n'a restreint l'objet
« de la concession faite au sieur Secrétan au
« minerai bitumineux qui se trouverait dans
« les sables, et n'a imposé au concessionnaire
« l'obligation de livrer au commerce le bi-
« tume à l'état d'isolement ; qu'il résulte de
« l'instruction que le calcaire, objet du
« litige, renferme du bitume en quantité

« notable, et qu'ainsi la nature du minerai
« et la forme sous laquelle il est mis en cir-
« culation ne peuvent faire obstacle à ce que
« les ayant droit du sieur Secrétan en conti-
« nuent l'exploitation dans le périmètre de
« leur concession.

« Sur le moyen tiré du gisement d'une
« partie du calcaire bitumineux à la surface
« ou à peu de distance du sol :

« Considérant que la concession qu'il
« s'agit d'interpréter a été accordée sous
« l'empire de la loi du 28 juillet 1791;
« qu'aux termes de l'article premier de
« ladite loi, les mines de bitume et autres
« substances qui y seront énumérées, étaient
« à la disposition du gouvernement et ne
« pouvaient être exploitées que de son con-
« sentement, et que le droit attribué aux
« propriétaires de jouir desdites mines jus-
« qu'à 100 pieds de profondeur, avait besoin
« lui-même, pour être exercé, d'être réclamé
« par les propriétaires et régularisé par une
« permission ;

« Considérant que, dans l'espèce, les pro-
« priétaires des terrains compris dans le
« périmètre de la concession du sieur Secré-
« tan n'avaient, avant la promulgation de la

« loi du 21 avril 1810, ni réclamé, ni fait « régulariser l'exercice de leur droit d'exploi- « tation ;

« Qu'en maintenant, par son article 51, « les concessions faites avant sa promulga- « tion, et en déclarant les concessionnaires « propriétaires incommutables de leurs con- « cessions, la loi du 21 avril 1810 n'a pas « conservé aux propriétaires de la surface la « faculté qui résultait pour eux de l'article 1er « de la loi du 28 juillet 1791, et ne leur a « réservé que l'exécution des conventions « passées entre eux et les concessionnaires; « d'où il suit que depuis la promulgation de « la loi du 21 avril 1810, les successeurs du « sieur Secrétan ont le droit exclusif d'ex- « ploiter le bitume dans le périmètre de la « concession de l'an V.

« Notre conseil d'État entendu,

« Nous avons ordonné et ordonnons ce « qui suit :

« Art. 1er. — Il est déclaré que le calcaire « bitumineux situé dans le périmètre de la « concession faite au sieur Secrétan, le 9 fruc- « tidor, an V, fait partie de ladite conces- « sion. »

B

POIDS SPÉCIFIQUE

Des diverses matières bitumineuses dont l'emploi est industriel (1)

DESIGNATION DES MATIÈRES		Poids du mètre cube		
		minim.	maxim.	moyen
1° *Asphalte* (calcaire bitumineux), en masse compacte..................		2.228	2.242	2.235
— en blocs de 10 40^k, empilés à une hauteur d'un mètre..........	Au moment de l'extraction	»	»	1.120
	Après une année d'extraction et d'exposition à l'air.. ..	1 150	1.310	1.230
— cassé en morceaux, pouvant passer dans un anneau de 8c/m.	au moment du cassage	»	»	1.300
	Après une année de cassage et d'exposition à l'air........	1 340	1.460	1.400

(1) La plupart des indications fournies par les traités de chimie ou de minéralogie sur le poids spécifique des matières bitumineuses sont erronées. Le présent tableau, composé de chiffres obtenus par l'auteur dans une série d'expériences très soignées, a pour but de suppléer à cette absence de documents exacts.

Asphalte (calcaire bitumeux) en poudre, ayant passé par un blutoir à mailles de 2m/m 1/2	non tassée	»	»	1.333
	tassée....	»	»	1.530
2° *Mastic d'asphalte neuf*, composé de 92 k. de poudre d'asphalte et de 8 k. de bitume		»	»	2.343
3° *Mastic d'asphalte*, relevé sur les trottoirs (100 k. du mastic ci-dessus désigné et 75 de gravier).. ..		»	»	2.436
4° *Mastic d'asphalte*, relevé sur les chaussées et composé de mastic, 100 k.; gravier 32 k.; pierre cassée, 52 k................		»	»	2.390
5° *Bitume pur*, extrait des grès bitumeux de Seyssel		»	»	1.055
6° *Bitume pur*, extrait des sables bitumeux d'Auvergne		»	»	1.026
7° *Bitume mélangé de sable* (dit *écumes*), provenant immédiatement du lavage des sables bitumeux et ayant la composition : (eau 19,6 ; sable 19,2 ; bitume, 61.2)		1.125	1.135	1.130
8° *Bitume desséché de Trinidad* (brut)..............		1.225	1.335	1.280
9° *Bitume de Trinidad* raffiné par sa dissolution dans le goudron de schiste et entièrement purgé de matières étrangères		»	»	1.085
10° *Asphalte comprimé*	à 0.05 d'épr	»	»	2.240
	à 0.04 id.	»	»	2.300

C

Etat des matières, du combustible et de la main-d'œuvre entrant dans la composition d'un *mètre carré* de Dallage en asphalte coulé.

Dallages de 0,005 d'épaisseur

(Trottoirs de Paris)

Mastic d'asphalte de Seyssel		24 k.
Bitume de Trinidad raffiné		1 k.500
Sable moyen, lavé, séché, tamisé		15 k.
Sable fin pour le granitage		1 k.
Main d'œuvre	Applicateurs ....25 minutes	
	Manœuvres......... id.	

Dallages de 0,020 d'épaisseur

(Trottoirs de Lyon)

Mastic d'asphalte		30 k.
Bitume de Trinidad raffiné		1 k.700
Sable moyen		25 k.
Sable fin (granitage)		1 k.
Main d'œuvre	Applicateurs........30 minutes	
	Manœuvres......... id.	

Dallages de 0,05 d'épaisseur

Chaussées et Passerelles (Lyon)

Mastic d'asphalte................................	63 k.
Bitume de Trinidad raffiné............................	3 k.500
Sable moyen..	20 k.
Pierre cassée de 0,06 au *minimum*..............	33 k.
Sable fin pour le granitage.........................	3 k.500
Main d'œuvre { Applicateurs........... 1 heure	
Main d'œuvre { Manœuvres .... 1 h. 30	

D

RÉSISTANCE DU BÉTON BITUMINEUX A L'ÉCRASEMENT

Les nouvelles applications des maçonneries asphaltiques, dont il est question au chapitre VI de ce livre, nous ont conduit à faire des expériences sur la résistance de ces matériaux à l'écrasement. De son côté, la Section technique du génie au Ministère de la guerre nous a invité à répéter ces expériences en présence d'un délégué de ce service au laboratoire de l'Ecole des Ponts et chaussées. Ces expériences ont eu lieu à la fin du mois de décembre 1886, au laboratoire des Ponts et chaussées, par les soins de MM. Durand-Claye, directeur, Debray, directeur-adjoint, et de M. le capitaine Goetchy, délégué du ministre. Nous publions ci-après les résultats de ces essais ainsi que de ceux faits dans le même sens et à la même époque au laboratoire de la Direction des travaux de Paris, par M. Deval, l'habile chef de ce labo-

ratoire. Nous donnerons seulement ici quelques explications sur la matière expérimentée et sur les conclusions qu'il convient de tirer des expériences.

L'asphalte, et par conséquent la maçonnerie asphaltique, est une matière de consistance variable avec la température ambiante. Un cube d'un décimètre exposé pendant une journée au grand soleil ne se déformera pas de lui-même s'il est en matière de bonne qualité et bien cuite ; mais, si on le charge d'un certain poids, il s'écrasera sous une charge relativement faible.

Au contraire, si on le maintient à une température de 10° à 12° ou au-dessous, il présentera à l'écrasement une résistance considérable, analogue à celle des matériaux de construction ordinaire.

Les expériences mentionnées plus haut ont démontré ce fait d'une manière formelle et les chiffres trouvés ont de quoi surprendre les personnes qui ne connaissent pas parfaitement des qualités de cette étrange matière. On voit en effet qu'un mélange de mastic asphaltique de Seyssel et de caillou cassé, maintenu à une température de 12° à 13° ne

s'écrase que sous une charge variant entre 300 et 400 kilos par centimètres carrés (1).

Et cet écrasement a lieu dans des conditions tout à fait particulières et intéressantes. Au lieu de céder brusquement, par rupture franche comme ferait un bloc de calcaire ou de béton de ciment, le béton d'asphalte se rompt à la manière des matières plastiques. Des fentes minces apparaissent d'abord sur les faces et se referment si l'on suspend immédiatement la pression. Si, au contraire, elle persiste, les fentes s'ouvrent peu à peu, la masse se déchire et, même lorsque l'écrasement complet a eu lieu et que l'aiguille indicatrice recule, les différents fragments du bloc écrasé restent encore adhérents les uns aux autres et l'on doit les séparer avec les mains.

Il y a donc là des conditions toutes nouvelles de résistance des matériaux et d'une importance incontestable puisque, comme

(1) Cette variation de 300 à 400 kilos doit être attribuée à ce qu'il est fort difficile de couler de petits échantillons de béton bitumineux sans provoquer la production de globules d'air ou de vapeur qui forment des vides dans l'intérieur du bloc et en réduisent ainsi la section utile.

on l'a vu dans le cours de ce livre, la maçonnerie bitumineuse paraît destinée à jouer un rôle considérable, principalement dans les fondations de machines et dans les constructions hydrauliques. C'est ce qui nous détermine à publier les résultats obtenus dans les expériences que nous venons de mentionner.

Nous les ferons précéder seulement de quelques explications qui nous paraissent indispensables pour l'intelligence des chiffres.

Les essais d'écrasement devant se faire à la presse hydraulique sur des blocs de petite dimension. (Des cubes de 0,06 et de 0.10) de côté, il n'a pasété possible d'expérimenter le béton bitumineux avec la grosseur normale des cailloux. Nous nous sommes donc borné à diminuer cette grosseur et à leur donner le volume maximum d'une noisette. La résistance spécifique de la matière a dû en être réduite un peu ; mais il nous importait de nous tenir plutôt en deçà qu'au delà de la réalité.

Nos blocs ont été formés de la façon suivante :

1° Les blocs expérimentés au laboratoire des ponts-et-chaussées :

Mastic de Seyssel........	55
Gravier siliceux-calcaire...	45
	100

2° Les blocs expérimentés au laboratoire des travaux de Paris :

Mastic de Seyssel........	55
Galets du Rhône concassés.	45
	100

(Granit, micaschiste, porphyre, calcaire compacte.)

Le mélange de pierres et de mastic a été porté avant la coulée, à la température de 230° pour les premiers et 250° pour les seconds.

Il y a à noter que tous les blocs, coulés dans des moules en bois, contenaient de petites cavités produites par la vapeur échappée de l'enveloppe de ces moules. Ce qui a dû diminuer encore dans une certaine mesure leur résistance spécifique à l'écrasement.

L'écrasement s'est produit dans tous les cubes suivant la même loi que pour les autres corps (ciment, calcaire etc.), c'est-à-dire qu'un cône de compression s'est manifesté dans la forme ordinaire. Seulement, à la différence des matériaux ordinaires, la matière au lieu de se pulvériser et de se disperser en poussière s'est aplatie et déchirée de façon que les fragments restassent adhérents par la base et que l'on dût achever de les séparer avec la main.

Ce phénomène était prévu et s'explique par la nature relativement élastique de la matière; élasticité qui avec son caractère d'extrême tenacité à la température ordinaire forment les deux qualités dont nous avons essayé de tirer parti comme il a été expliqué au Chap. VI de ce livre.

C'est dans ces conditions qu'ont été effectuées les expériences dont les résultats sont consignés dans les tableaux que nous publions ci-après.

Les principales conclusions à en tirer sont les suivantes :

Le béton asphaltique composé d'après les formules que nous donnons plus haut, et

maintenu, par un séjour de 48 heures dans une cave, à une température de 11 à 12° (la température moyenne du sous-sol) offre une résistance à l'écrasement qui peut être chiffrée ainsi :

1° Béton formé de gravier arrondis et mastic de Seyssel, cuit à une température de 230° (1).

Maximum..............	342 k.	par c/m carré
Minimum..............	211 »	
Moyenne de 6 expériences	281 »	

2° Béton formé de caillou cassé et mastic de Seyssel, cuit à une température de 250° (2).

Maximum..............	400 k.	par c/m carré
Minimum..............	293 »	
Moyenne de 8 expériences	332 »	

On doit conclure des chiffres qui précèdent qu'au point de vue de la résistance, le caillou doit être cassé et non arrondi et que la

(1) Laboratoire de l'Ecole des Ponts-et-Chaussées.
(2) Laboratoire des Travaux de Paris.

matière doit avoir été coulée à une température d'environ 250°.

Il est très vrai que ce surchauffage n'a lieu qu'aux dépens de l'élasticité de la matière, qui s'en trouve légèrement diminuée. Ce sera affaire à l'ingénieur qui en fera l'emploi, d'incliner dans un sens ou dans l'autre, élasticité ou résistance, suivant l'usage qu'il voudra faire de la matière. Lorsqu'on la destinera à supporter simplement des appareils mécaniques dont on tiendra à éteindre les trépidations, mais dont le poids ne sera pas excessif, on maintiendra la température de cuisson en deçà de 230 ou 225°. Mais si l'on veut par exemple l'employer au soubassement d'édifices, ou autres ouvrages dans lesquels la résistance devra primer l'élasticité, on pourra pousser cette cuisson jusqu'à 250 à même 275°.

L'on voit, en somme par les chiffres qui suivent, qu'un bloc de béton d'asphalte de un mètre carré enfoui en terre ne s'écrasera que sous le poids énorme de 2,730,000 k., et nous ne prenons là qu'un *minimum*.

Il est bien entendu que ce coëfficient diminuera rapidement avec l'élévation de la

température climatérique. Mais, même dans ce cas, il resterait encore largement suffisant pour permettre d'y fonder tous les édifices que l'on voudrait.

Ce résultat étrange fourni, par une matière considérée jusqu'à cette heure comme essentiellement molle et malléable, ouvre des horizons nouveaux à l'art des constructions ; c'est ce qui nous a déterminé à y insister comme nous le faisons ici.

MINISTERE
des
Travaux Publics

ÉCOLE NATIONALE
des
PONTS & CHAUSSÉES

LABORATOIRE

EXTRAIT
DU
REGISTRE DES ESSAIS

BLOCS DE BÉTON D'ASPHALTE

Remis par M. Goetchy (1), capitaine du Génie au Ministère de la guerre (Section technique du Génie).

Ces blocs ne portaient aucune marque distinctive. Soumis entre les deux plateaux d'une presse hydraulique à des pressions successivement croissantes, ils ont progressivement diminué de hauteur pour s'écraser enfin en se disloquant.
On a obtenu les résultats suivants :

NUMEROS des blocs	DIMENSIONS largeur	DIMENSIONS longueur	DIMENSIONS hauteur	SURFACE portante	Charges successives Par bloc	Charges successives Par centimètre carré de surface	Hauteurs réduites correspondantes	OBSERVATIONS
	m/m	m/m	m/m	c. q.				
1	63.5	64.0	65.5	40.64	4.254	105	65.3	
					4.961	122	65.2	
					6.379	157	65	
					7.797	192	64.8	
					9.214	227	64 6	
					10.632	262	——	écrasem
	m/m	m/m	m/m	c. q				
2	65 »	64 »	63 8	42.25	5.570	134	63.7	
					7.088	168	63.6	
					8.505	201	63.2	
					9.923	235	——	écrasem[t]

(1) Ces blocs ont été préparés par M. Léon Malo d'après sont système d'application de l'asphalte aux fondations et aux maçonneries.

				c. q.				
3	64.5	64 »	67.8	40.42	5 670	141	67.5	
					7.088	176	67 »	
					8.505	211	——	écrasement
	m/m	m/m	m/m	c. q.				
4	99 »	99 »	98.8	98.01	12.768	130	98.7	
					19.152	195	98.6	
					33.516	342	——	écrasement
	m/m	m/m	m/m	c. q.			m/m	
5	99 »	100 »	88 8	99 »	12 768	129	88 »	
					15.960	161	——	1res fissure
					31.920	322	——	écrasement
	m/m	m/m	m/m	c q.				
6	100 »	101 »	86 4	102.01	12.768	125	86.4	
					15.960	156	86.4	1res fissures
					31.920	313	——	écrasement

Nota. — Les blocs 4, 5 et 6 étaient très imparfaitement dressés.

Paris, le 28 décembre 1886

L'Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Directeur-adjoint du Laboratoire,
Signé : DEBRAY.

Vu et vérifié par l'Ingénieur en chef,
Directeur du Laboratoire,
Signé : DURAND-CLAYE.

Vu par l'Inspecteur de l'Ecole,
Signé : COLLIGNON.

DIRECTION
des
Travaux de Paris

LABORATOIRE

Expériences d'écrasement faites sur des blocs de béton d'asphalte, par M. Deval, chef du laboratoire.

Nos des blocs	largeur	longueur	hauteur	COMMENCEMENT de déformation sous une pression totale de	ÉCRASEMENT sous une pression de	L'ÉCRASEMENT a eu lieu sous une pression, par centimètre carré, de	OBSERVATIONS
	m/m	m/m	m/m	k	k	k	
1	100	100	100	37.500	40.000	400	
2	100	100	90	22.500	29.300	293	
3	98	98	96	30.000	34.000	354	
4	65	65	64.5		11.500	273	
5	65	65	65		12.500	297	
6	65	65	64		13.500	321	
7	65	65	66		14.500	345	
8	130	64.5	65		30.000	365	

Observations. — Les blocs expérimentés ont été préparés et présentés au Laboratoire par M. Léon Malo.

Leurs faces, polies à la meule, étaient imparfaitement dressées, ce qui explique les différences considérables de résistance obtenues avec les divers échantillons. Il paraît évident que si l'on eût pu agir sur un bloc d'un volume important, un mètre cube par exemple, la résistance spécifique de 400 kilos *maximum* obtenue avec les petits blocs eut été sensiblement dépassée.

E

NOTE

SUR LE DOSAGE DU BITUME CONTENU DANS L'ASPHALTE ET SUR SON ATTITUDE SOUS L'ACTION DE LA CHALEUR, *par M. Deval, chef du Laboratoire de travaux de Paris.*

DOSAGE

La méthode qui consiste à laver la roche asphaltique avec le sulfure de carbone et à peser le résidu lavé, est bonne pour les besoins courants de l'industrie, mais elle n'est pas absolument exacte. En effet, si l'opération se fait sur un filtre, le bitume dissous entraîne toujours avec lui une certaine quantité de matières très fines qui passent à travers le filtre. Si l'on veut avoir un résultat rigoureusement exact il est préférable de doser directement le bitume.

On fait digérer un gramme de roche asphaltique dans un tube d'essai à bec, avec du sulfure de carbone préalablement distillé. Quand la partie insoluble est complètement déposée, on décante avec précaution dans une petite capsule le liquide contenant le bitume en dissolution ; on renouvelle l'opération jusqu'à ce que le sulfure de carbone reste parfaitement incolore dans le tube d'essai. On porte la capsule qui contient le bitume dissout par le sulfure de carbone et provenant des décantations successives dans une étuve à eau bouillante jusqu'à ce qu'elle ne perde plus de poids. On a ainsi exactement le poids du bitume contenu dans la roche asphaltique.

Quand cette opération est faite, on trouve encore dans le bitume un ou deux milligrammes de carbonate calcaire.

Action de la chaleur sur le bitume et sur l'asphalte. — Le bitume perd lentement de son poids sous l'action de la chaleur.

Le bitume épuré de Pyrimont-Seyssel exposé pendant douze heures à une température de 110° a perdu 0.020
et après 36 heures 0.033

La chaleur rend le bitume, d'abord fluide, puis de plus en plus sec et, enfin, l'amène à l'état de charbon insoluble dans la benzine.

C'est sur cette propriété qu'est basée l'épuration du bitume de Trinidad.

Du bitume de Trinidad déjà épuré et contenant 25 °/₀ d'argile maintenu pendant huit jours dans une éprouvette de 0,25 de long à une température de 120° a laissé déposer son argile de telle sorte que l'échantillon pris à la partie supérieure n'en contenait plus que 16 °/₀ ; pris au milieu 23 °/₀ et à la partie inférieure 31 °/₀.

La chaleur ramollit l'asphalte, mais son action est moins forte si l'asphalte est plus comprimé. Ainsi un morceau d'asphalte provenant d'une vieille chaussée, maintenu dans l'eau à 50° a supporté, sans traces apparentes, sur la partie exposée au roulage une aiguille tranchante de 550 gr. Cette aiguille, maintenue pendant une minute, marquait à peine ; tandis que, placée sur la partie inférieure, c'est-à-dire sur la partie opposée à la partie roulée elle s'enfonçait, dans le même temps, de 1 millimètre.

A 100° l'aiguille s'enfonçait de 2 m/m dans

la partie roulée et de 6 m/m dans la partie inferieure de la couche.

La couche d'asphalte qui recouvre les chaussées n'est pas comprimée également sur toute son épaisseur. On peut s'en convaincre en prenant la densité de la partie supérieure de la couche d'asphalte et celle de la partie inférieure. On a coupé en deux tranches parallèlement à la surface de roulage une couche d'asphalte provenant d'une vieille chaussée; la tranche supérieure avait une densité de 2,38 et la tranche inférieure une densité de 2,22.

Température de l'asphalte des chaussées de Paris. — Une plaque d'asphalte provenant d'une vieille chaussée a été exposée au soleil de façon à en recevoir normalement les rayons et son orientation était modifiée toutes les heures.

Des thermomètres étaient placés dans l'épaisseur de la plaque d'asphalte à différentes distances de la surface exposée au soleil, les lectures étaient faites d'heure en heure.

La plus haute température constatée a été de 65° et a été observée entre 2 et 3 heures.

F

NOTE

Sur la composition des bétons de fondation de l'asphalte comprimé, en usage dans les travaux de Paris, par M. Deval, chef du Laboratoire.

Les bétons sont composés d'une partie de sable, de deux parties de caillou et d'une quantité variable de ciment ou de chaux hydraulique.

On a fait des essais en employant 200 kilos de ciment de Portland par mètre cube de béton. On a réduit cette quantité à 150 kilos et même 120 kilos.

Pour l'asphalte comprimé, on paraît s'être arrêté à un béton de ciment de Portland qui jouit d'une imperméabilité presque complète,

avantage que ne paraît pas avoir le béton de chaux hydraulique.

Pour la fabrication du béton on procède de la manière suivante :

On prend une caisse sans fond de 1/3 ou 1/4 de mètre cube, on y trace intérieurement un repère horizontal, aux deux tiers de la hauteur; on met des cailloux jusqu'à ce repère; on remplit la caisse avec du sable et on ajoute la quantité de ciment déterminée. On enlève la caisse, on opère le mélange à sec au moyen de pelles; puis on y met l'eau nécessaire, peu à peu. Quand la masse est bien malaxée, le béton est bon à employer.

G

Formule de M. Allard, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, Directeur de la voie publique, pour déterminer le bombement des chaussées asphaltées de Paris.

La flèche du profit parabolique des chaussées en asphaltte comprimé est déterminée par la formule.

$$F = 0{,}012 \frac{L^2}{L - 1}$$

Pour l'application de cette formule la défense des caniveaux à 1m 00 des bordures sera uniformément de 0,048 ; ce qui est suffisant comme défense pour l'écoulement des eaux et préférable pour l'asphalte, sur lequel, à pente égale, il y a plus de danger de glissement que sur le bois.

Voici le tableau des flèches et bombements résultant de l'application de cette formule pour les asphaltes.

LARGEUR DES VOIES	LARGEUR des chaussées asphaltées	FLÈCHE PAR la formule $F = 0.012 \frac{L^2}{L-1}$	BOMBEMENT — Rapports de la flèche à la largeur
Rues de 10m00.....	6m60	0.094	1/70
— 12 00.....	7 20	0.100	1/72
— 15 00.....	9 00	0.122	1/74
— 20 00.....	12.00	0.157	1/76
Boulevards et Avenues.	14 00	0.181	1/83
Boulevards et Avenues.	16.00	0.205	1/83

H

ANALYSES FAITES SUR DIFFÉRENTS ÉCHANTILLONS D'ASPHALTE PAR LE LABORATOIRE DES PONTS-ET-CHAUSSÉES.

École des Ponts-et-Chaussées. — Laboratoire.

(Extrait du registre des essais.)

N° 1. — *Asphalte du Val-de-Travers.*

Eau perdue à l'étuve à 90°..............	0.50
Produits solubles dans le sulfure de carbone (bitume).........................	10.10
Matières minérales insolubles dans les acides.................................	0.45
Alumine et peroxyde de fer.............	0.25
Carbonate de chaux......................	87.95
Carbonate de magnésie..................	0.30
Produits non dosés et pertes.............	0.45
Total......	100.00

N° 2. — *Asphalte de Lobsann.*

Eau et matières volatiles à 100°..........	3.40
Matières solubles dans le sulfure de carbone (bitume)..........................	11.90
Sable..................................	3.05
Soufre.................................	5.00
Fer combiné au soufre....................	4.45
Alumine et peroxyde de fer................	1.25
Carbonate de chaux......................	69.00
Carbonate de magnésie..............	0.30
Produits non dosés et perte..............	1.65
Total......	100.00

N° 3. — *Asphalte de Maestu* (Espagne))

Eau et matière volatilles à 100°.........	0.40
Matières solubles dans le sulfure de carbone (bitume).........................	8.80
Sable siliceux....................	57.40
Silice fine ou combinée.................	11.35
Alumine................................	3.35
Peroxyde de fer...................... ...	1.00
Carbonate de chaux.....................	9.15
Carbonate de magnésie..................	8.10
Produits non dosés et pertes............	0.40
Total......	100.00

N° 4. — *Asphalte de Sicile* (Ragusa).

Eau et matières volatiles à 100°	0.80
Matières solubles dans le sulfure de carbone (bitume)	8.85
Sable	0.60
Peroxyde de fer et alumine	0.90
Carbonate de chaux	87.50
Carbonate de magnésie	0.95
Produits non dosés et perte	0.40
Total	100.00

N° 5. — *Asphalte de Seyssel* (Pyrimont).

Eau perdue à l'étuve à 90°	1.90
Produits solubles dans le sulfure de carbone (bitume)	8.00
Matières minérales insolubles dans les acides	0.10
Alumine et peroxyde de fer	0.15
Carbonate de chaux	89.55
Carbonate de magnésie	0.10
Produits non dosés et perte	0.20
Total	100.00

N° 6. — *Asphalte de Forens* (Ain).

Perte par dessication....................	0.2
Matières solubles dans le sulfure de carbone (bitume)...........................	2.25
Résidu insoluble dans les acides.......	0.05
Alumine et peroxyde de fer...............	0.15
Carbonate de chaux......................	97·00
Carbonate de magnésie.................	0.20
Produits non dosés et pertes............	0.10
Total......	100.00

OBSERVATION.

Echantillon n° 2. — Aphalte de Lobsann.

Cet échantillon ne renferme pas de quantités sensibles d'argile, comme on l'avait présumé ; mais on y trouve environ 9 1/2 p. 100 de pyrites ou bisulfure de fer. Les pyrites peuvent devenir la cause d'insuccès dans l'emploi de cette matière. Par le chauffage auquel est soumis le bitume, elles peuvent perdre la moitié de leur soufre et se

transformer en protosulfure de fer, matière oxydable, qui par l'exposition à l'air se transforme en un sel soluble de sulfate de fer. Il peut en résulter une désagrégation quelque temps après la mise en place.

Echantillon n° 3. — Asphalte de Maestu.

On n'a trouvé que des traces de soufre dans cet échantillon, qui n'est pas, à proprement parler, un asphalte : c'est une roche siliceuse légèrement argileuse imprégnée de bitume elle ne contient pas de pyrites et serait à l'abri des accidents signalés ci-dessus. Les échantillons n°s 1, 4, 5 et 6 sont des asphaltes purs qui ne diffèrent entre eux, que par leurs proportions de bitume d'imprégnation.

Paris, 13 décembre 1878. — 15 février 1879.

L'ingénieur en chef, directeur du laboratoire.
Signé : DURAND-CLAYE.

Vu par l'inspecteur de l'École.
Signé : HERVÉ-MANGON.

OBSERVATION

Il convient d'ajouter, au point de vue industriel, que le bitume d'imprégnation, tant par sa quantité que par sa qualité, influe considérablement sur l'aptitude des asphaltes à être plus ou moins avantageusement utilisés.

Le bitume imprégnant l'asphalte du Val-de-Travers, par exemple, est chargé d'une sorte d'huile minérale rappelant le pétrole qui le rend impropre à être employé seul, aussi bien aux chaussées qu'aux trottoirs. Dans celles des chaussées de Paris où il a été appliqué, on a dû, selon les expositions plus ou moins directes au soleil, le mélanger avec 25 0/0, 33 0/0 ou même 50 0/0 d'asphalte de Seyssel dont le bitume plus fixe et plus consistant lui a servi de modérateur. Partout où il a été employé seul, il s'est produit des *vagnes* ou *bourrelets* et les voitures, en stationnant, y pénétraient parfois jusqu'au béton.

L'asphalte de Forens présente l'inconvénient diamétralement opposé. Sa pauvreté en bitume lui interdit les chaussées, et la quantité de bitume additionnel que l'on est

obligé de lui ajouter pour le transformer en mastic en fait comme un demi-factice.

L'asphalte de Sicile se trouve dans des conditions particulières. Ses gisements renferment des bancs dont la tenue en bitume est tellement variable (de 4 0/0 à 17 0/0) qu'il est facile de faire sur le carreau de la mine les mélanges de roche ayant juste la proportion voulue pour l'asphalte comprimé. On obtient du reste cette correction d'une façon très satisfaisante par un mélange de la roche de Sicile avec la roche de Seyssel dont la composition est très peu différente comme on peut le voir par les analyses ci-dessus. Du reste une expérience de plusieurs années dans les chaussées de Paris a montré que ce mélange ne donnait que de bons résultats.

Il est bon d'observer, en ce qui concerne la teneur en bitume indiqués par les analyses dont nous venons de donner les résultats, que ces analyses ne peuvent que donner une idée vague de la richesse moyenne d'un minerai ; par la raison que dans une même mine on peut trouver en quantités plus ou moins considérables des échantillons de richesse extrêmement variable.

I

NOTE

Sur un procédé pour distinguer le brai de gaz du bitume naturel

On fait digérer la matière dans le sulfure de carbone et on filtre. La liqueur filtrée est évaporée à sec et chauffée jusqu'à ce qu'elle devienne, par le refroidissement, dure et cassante comme le brai. On s'arrange pour avoir environ 1 décigramme de résidu desséché ; on le broie dans un mortier et l'on opère sur la poudre ainsi obtenue.

On pèse 1 décigramme de cette poudre et on la met au fond d'un tube bouché. On ajoute 5 centigrammes cubes d'acide sulfurique Nordhausen. On ferme le tube avec un bouchon et on laisse digérer pendant 24 heures environ. On débouche et on étend de 10 centimètres cubes d'eau.

Cette dernière opération doit être faite avec précaution, à cause de la grande chaleur qui se développe pendant le mélange. On place le tube dans un verre rempli d'eau froide et l'on ajoute les 10 centimètres cubes d'eau avec une pipette

(1) Cette note, due à l'obligeance de M. Durand-Claye, a été rédigée sur la demande de l'auteur en vue de faciliter les moyens de dévoiler l'une des falsifications les plus ordinaires du mastic d'asphalte.

en la laissant couler lentement le long des parois du tube; puis, avec une baguette de verre, on agite doucement et à plusieurs reprises, en laissant un intervalle assez long — un quart d'heure, par exemple — entre les reprises successives.

Quand le mélange est terminé, on le jette sur un petit filtre placé sur un entonnoir au-dessus d'une fiole de 150 à 200 grammes de capacité. Quand toute la liqueur a passé, ce qui est quelquefois assez long, on lave avec de l'eau froide jusqu'à ce qu'on ait versé 100 centimètres cubes d'eau de lavage.

La liqueur ainsi obtenue est incolore ou à peine colorée, lorsqu'on a opéré sur des bitumes naturels. Elle est, au contraire, d'un brun foncé, paraissant noir dans les fioles, si l'on a employé le brai de gaz. Si l'on opère sur des mélanges, on obtient des nuances intermédiaires.

L'intensité de ces nuances peut servir à doser approximativement les mélanges, si l'on a soin de se tenir toujours exactement dans les mêmes conditions. Il suffit de les comparer à celles qui donnent des mélanges de composition connue.

Pour comparer les couleurs, le mieux est de verser des volumes égaux des dissolutions dans des tubes de même diamètre et de les regarder au jour par transparence.

Paris, le 1er mai 1879.

L'Ingénieur en chef, directeur du Laboratoire de l'École des Ponts et-Chaussées,

Signé : DURAND-CLAYE.

J

DOSAGE DU BITUME PUR CONTENU DANS LE BITUME DE TRINIDAD BRUT

Dosages effectués sur différentes cargaisons de navires arrivés de l'île de Trinidad. — Préalablement aux opérations de dosage nous avons purgé le bitume brut de son eau que nous avons trouvée dans la proportion de 32 à 38 °/₀ du poids total de la matière. C'est donc sur le minerai complètement sec que l'analyse a été faite.

DATES DES ARRIVAGES DES NAVIRES	POIDS du bitume pur	POIDS de l'argile	POIDS TOTAL
19 novembre 1866.....	53.34	46.66	100.00
6 septembre 1867.....	45.00	55.00	100.00
16 novembre 1867.....	53.30	47.70	100.00
10 avril 1868..........	54.52	45.48	100.00
12 mai 1868...........	54.14	45.86	100.00
12 décembre 8877......	51.00	49.00	100.00
18 avril 1878.....	57.55	42.65	100.00

K

RAPPORT

Du colonel Haywood, ingénieur en chef de la cité de Londres, sur les chaussées en asphalte comprimé de Londres (1).

(TRADUCTION)

Londres, 1er juillet 1870.

Pour considérer dûment le sujet, on doit faire une comparaison avec les surfaces généralement employées dans les rues de la Métropole qui sont des pavages formés avec 3 ou 4 pouces de granit d'Aberdeen et des chaussées macadamisées faites

(1) Le rapport dont nous donnons ici un extrait, avec l'autorisation de M. le colonel Haywood a été adressé en juillet 1870 au Comité des travaux de la Cité de Londres. Nous avons cru intéressant d'en publier une traduction, en dépit de sa date déjà lointaine, pour montrer combien, dès la première expérience faite en Angleterre l'éminent

avec du granit de Guernesey, et ces surfaces, cela doit être compris, sont visées dans les remarques suivantes.

La valeur du pavage en asphalte comprimé doit être considérée dans les chefs suivants :

Commodité et confort,
Hygiène,
Facilité de nettoyage,
Facilité de construction et de réparations.
Coût.

COMMODITÉ ET CONFORT

La surface étant unie et sans joints, la traction de véhicules est beaucoup réduite. En fait, les roues des voitures y roulent presque aussi aisément et aussi doucement que sur un tramway ; et, par conséquent les voyageurs sont moins cahotés et la fatigue des chevaux est diminuée.

Elle est imperméable à l'humidité. En sorte que l'eau qui tombe sur elle s'écoule ; elle est rapidement évaporée si la surface est en bon état.

ingénieur avait deviné le parti qu'il pouvait tirer, dans le climat brumeux de son pays, d'un système aussi propre et aussi hygiénique. La suite lui a donné singulièrement raison ; c'est par centaines de mille mètres carrés que se comptent aujourd'hui à Londres, comme à Berlin, les chaussées en asphalte comprimé et le colonel Haywood, qui nous fait l'honneur de nous donner de temps en temps son opinion sur ces questions de voirie, n'hésite pas à les considérer comme le pavage par excellence pour les villes du Nord. Il se félicite tous les jours d'avoir introduit le système à Londres et compte bien arriver avant sa retraite à asphalter la Cité tout entière.

L. M.

Elle est presque, sinon tout-à-fait, aussi insonore sous la circulation que le pavage en bois, et c'est, je pense, cette qualité surtout qui milite en faveur de son emploi. Si les rues de la Cité, et spécialement les grandes voies à large trafic étaient pavées en asphalte, le confort des habitants et des voyageurs serait naturellement très grand; cela est si évident qu'il est inutile de s'y appesantir davantage.

SÉCURITÉ

Ceci dépend toujours beaucoup de la condition de la surface en ce qui concerne la propreté.

Pour un temps sec ordinaire, elle n'est pas plus glissante que le granit ; et, par un temps chaud et sec, ou sec et très froid, elle est moins glissante.

Si l'asphalte est entièrement mouillé, il n'est pas glissant ; mais s'il y a sur lui de la boue lorsqu'il n'est que légèrement humide, il est plus glissant que le granit.

A Paris, on parait penser que la boue qui se forme n'est pas de sa nature aussi grasse que celle formée sur le pavé de granit, qui combine avec elle les détritus de pierre.

Pendant une gelée blanche ou un froid survenant immédiatement après la pluie, il est plus glissant qu'un pavé de granit, les deux étant supposés tout à fait propres. Mais si les joints de la pierre ont (comme c'est fréquemment le cas

dans ces périodes) beaucoup de boue, il n'y aurait pas de différence entre les deux. Il ne sera pas plus glissant qu'un macadam uni pendant une gelée blanche.

A Paris, durant un froid semblable, les surfaces des principales rues sont légèrement saupoudrées de sable qui corrige le mal. Mais l'usage n'est en aucune façon répandu uniformément. Le même remède peut être employé ici. Quelques-unes des chaussées de la Cité, en pareille occasion, sont usuellement saupoudrées de fin ballast ; mais les froids qui rendent cela nécessaire sont rares à Londres.

Les chevaux qui tombent doivent avoir plus de difficultés à se relever que sur le pavage en granit, mais ils sont moins endommagés par la chute.

Les conducteurs d'omnibus, je l'ai remarqué, ne paraissent pas arrêter leurs chevaux sur le pavage de Threadneedle street. Cela peut être dû à la localité et à la courte longueur du pavage; mais le tirage étant si facile, il peut être difficile d'arrêter promptement si l'on marche à grand train.

Les remarques qui précèdent s'appliquent à des chaussées comparativement horizontales. Mais sur des rues ayant des pentes raides, comme Ludgate Hill et l'extrémité orientale d'Eleet street, l'asphalte ne saurait, je pense, être employé avec sécurité. Le tirage des chevaux et le frottement causé par les sabots détruiraient la matière rapidement.

NETTOYAGE

Le pavage en asphalte étant sans joints ne favorise pas l'accumulation de la boue; mais, au contraire, offre de grandes facilités pour un nettoyage efficace, quel que soit le mode de nettoyage adopté ou l'état de l'atmosphère ; car le balai, la pelle, le râteau ou l'eau peuvent être employés plus efficacement que sur n'importe quel pavage avec joints, et aussi, je pense, plus économiquement.

La meilleure manière de le nettoyer est de le laver; ce qui peut être fait avec facilité, promptitude et économie. Il est certain que, si les grandes voies étaient pavées avec cette matière, par un lavage chaque matin et en employant pendant le jour le système méthodique, il pourrait être entretenu dans des conditions de propreté qui n'ont pas encore été obtenues jusqu'à présent dans la Cité de Londres. Chaque averse le nettoirait d'ailleurs, plus efficacement que le pavé de granit ; les avantages de la suppression de la poussière et de la boue n'ont pas besoin d'être démontrés.

A Paris, ce pavage est maintenu propre principalement par un lavage ; mais le balayage est aussi employé après que les pailles et détritus solides sont enlevés.

La propreté de la surface est certainement, sous certaines conditions, le meilleur moyen de pré-

venir le glissement, et c'est à ce titre surtout, que j'ai appelé l'attention sur la question de nettoyage.

CONSTRUCTION ET RÉPARATIONS

Le pavage en asphalte comprimé peut être posé neuf dans le même temps à peu près que le pavage de granit ; les expériences récemment faites dans Threadneed le street montrent que les petites réparations de la surface peuvent être faites aussi expéditivement, et certainement, les réparations n'entraînant pas le déplacement des fondations, peuvent être faites beaucoup plus efficacement que celles du pavé de pierre.

Même les grandes réparations peuvent être faites à Paris proprement, habilement et rapidement. Mais les excavations, excepté pour les simples réfections de la surface, sont peu de chose comparées à celles de Londres et le sol est meilleur pour cette sorte d'ouvrage qu'il n'est dans la Cité.

Sur les excavations profondes, il est douteux que les réparations puissent être faites aussi rapidement, et il peut être nécessaire de remplir les trous avec des matériaux durs, pour permettre à la circulation de passer jusqu'à ce que le sol soit consolidé; cela est fait quelquefois à Paris.

Dans ces conditions, le pavage en granit peut être réparé plus rapidement; mais il arrive sou-

vent qu'on est obligé de relever et de replacer le pavé deux ou trois fois avant que la surface soit définitivement bonne. Naturellement, l'asphalte peut être aussi enlevé et remplacé s'il se creuse. Mais dans quelle proportion la dépense en est accrue, je l'ignore. On peut remarquer que la surface qui devra être enlevée pour une réparation sera moindre que dans un pavage de granit, en raison de la précision avec laquelle la tranche à réparer peut être coupée.

Les réparations ne peuvent, je pense, être faites dans l'asphalte humide, ni sur un sous-sol humide ; la Compagnie pense différemment et m'informe qu'elle a l'intention de placer des toitures temporaires sur les ouvriers, ce qui permettra de faire les réparations par tous les temps. Ceci reste à prouver. Les réparations au pavé de pierre peuvent être faites par tous les temps, que les fondations soient sèches ou humides. Mais un tel travail est évité autant que possible, car il est rarement satisfaisant.

A Paris aussi, par les temps de pluie, on recouvre quelquefois la surface avec l'asphalte liquide et on le remplace ensuite au beau temps par l'asphalte comprimé ; mais ce procédé ajoute naturellement à la dépense.

Le pavage en asphalte peut être placé et réparé par les froids rigoureux, pourvu que le temps soit sec. Les réparations du pavage en granit ne peuvent être bien exécutées pendant les gelées.

L'odeur répandue par le chauffage de l'asphalte peut être le sujet d'une objection, mais c'est un

détail accidentel du travail et qui peut être supporté pendant la durée de l'opération. J'ignore si cette odeur est nuisible ou non à la santé. (1)

La Compagnie déclare qu'elle a l'intention de chauffer l'asphalte dans ses propres chantiers et de le transporter à pied d'œuvre suffisamment chaud pour être posé de façon qu'on n'ait pas besoin de chaudière sur place et qu'il ne se produise qu'une faible odeur. Je n'ai pas d'autres renseignements que ceux qu'elle m'a donnés sur ce point ; mais je pense que si cela est praticable, ce ne peut être qu'au prix d'un travail plus coûteux.

Dans tous les cas, à moins que ce système ne devienne pratique, les appareils de chauffage devront être transportés sur le lieu d'emploi, même pour les plus minces réparations. Ceci sera un inconvénient.

D'autre part, la chaux et le sable sont mis en mortier, pour le pavé de granit, dans les rues elles-mêmes, ce qui n'est pas non plus sans inconvénients.

Le pavage ordinaire jointoyé avec du mortier de chaux est couvert ensuite de fin gravier pendant une

(1) Il a été, tout au contraire, démontré par soixante années d'expérience, que, loin d'être nuisible à la santé, elle lui est éminemment favorable. Il n'y a pas d'exemple qu'une épidémie ait jamais atteint les ouvriers occupés dans les mines ou usines d'asphalte. En 1855, le choléra a décimé les populations dans la région de Seyssel ; pas un habitant de l'usine ou des mines n'a été atteint. L. M.

ou deux semaines, selon le temps qu'il fait. Durant lequel délai, il se produit de la boue ou de la poussière, qui sont un inconvénient public. Les réparations sont faites de la même façon. Les ordures sont entraînées par la circulation à une certaine distance, et par suite, les rues sont fréquemment moins propres qu'elles ne devraient l'être. Il arrive aussi qu'une partie du sable tombe dans les bouches d'égouts, d'où il faut le retirer. Ceci est une cause constante de plaintes de la part de l'inspecteur du nettoyage des rues et aussi une cause de dépense pour la commission appliquée en même temps au nettoyage des rues et au nettoyage des égouts.

Lorsque l'asphalte comprimé est posé, il peut être livré à la circulation peu d'heures après. Il en est de même des surfaces réparées Toutes ces surfaces sont laissées parfaitement propres et sont par conséquent à l'abri des inconvénients de la malpropreté.

Les pavages dont les joints sont cimentés avec l'asphalte ou avec des compositions de nature asphaltique, n'ont pas besoin d'être recouvertes de ballast et participent à cette immunité.

DURÉE

La question de durée se confond avec la question de dépense et de ce chef, l'expérience n'est pas faite en Angleterre.

A Paris, l'asphalte est plus coûteux que le gra-

nit, cependant, il y a déjà, je crois, plus de quinze *milles* de rues où il est employé et l'on s'occupe d'en étendre encore l'emploi, à cause des avantages qu'il procure, avantages qui, dans l'opinion des autorités, contrebalance la différence de prix.

La Compagnie m'informe que son prix dans la Cité pour poser le nouveau pavage sera de 14 s. 3 d. à 16 s. 3 d. par yard superficiel (non compris les fondations), le nouveau travail devant être payé lorsqu'il sera complété, et qu'ils entreprendront pour une période de 18 années, de le maintenir en état à un prix variant entre 6 d. et 1 sch. 6 d. par yard carré et par an, selon le trafic de la rue, et qu'ils laisseront les chaussées, à l'expiration de leur contrat en bon état et comme neuves ; les ouvertures pour le gaz, l'eau et les égouts, seront naturellement payées à part. Si ces prix sont les plus bas qu'ils puissent faire, leur pavage sera plus coûteux que le pavage de granit à Londres.

Cependant, l'agent de la Compagnie est d'avis qu'ils peuvent lutter de bon marché avec le granit. Ceci reste à prouver.

L'asphalte a été trouvé, à Paris, plus cher que le macadam, mais, on n'a pas à Paris, des matériaux aussi bons qu'à Londres pour établir ces dernières chaussées. Il est probable, cependant, que là où il y a du macadam dans les rues de Londres de trafic considérable, l'asphalte sera trouvé aussi économiqne et, avec une pratique convenable, donnera les avantages du macadam sans ses inconvénients.

Le temps humide ne détériore pas l'asphalte. Il ne s'y forme pas des flaques de boue qui, en détériorent la surface comme cela a lieu sur le macadam; mais, sous ce rapport, il n'a aucune supériorité sur le granit.

En résumé, je pense que le pavage en asphalte ne peut être exécuté aussi rapidement et avec aussi peu de gêne pour le public que le pavage en granit, que les réparations en sont plus difficiles et plus dispendieuses; mais que les simples réparations de surface, exécutées par un temps convenable, seront plus complètes et plus parfaites que celles du pavage en pierre.

On a remarqué à Paris que les fuites de gaz détruisent rapidement l'asphalte. Je ne connais pas d'expériences analogues en Angleterre.

On dit que ses conditions ne changent pas entre les températures extrêmes observées à Paris. Si cela est exact, il n'en sera pas de même à Londres.

Ma conclusion, en ce qui concerne l'asphalte comprimé, appliqué au pavage des chaussées, est donc :

1° Qu'il procurera beancoup de facilité et de confort aux habitants et au trafic;

2° Qu'avec la propreté de la surface, et des soins convenables en temps de gelée, il peut en tout temps offrir de la sécurité au trafic dans les rues de pentes ordinaires;

3° Qu'il accroît la propreté des rues et peut-être diminue leurs dépenses;

4° Qu'il est plus coûteux que le pavage en granit, mais moins que le macadam dans les rues à fort trafic ; que toutefois, la proportion entre les prix de revient ne peut pas être encore déterminée ;

5° Qu'il est désirable que ce système de pavage soit expérimenté sur une plus grande longueur de rues et dans différentes conditions de trafic.

Signé : WILLIAM HAYWOOD

L

EXTRAIT

Du rapport du colonel Haywood à la Commission de voirie de la Cité de Londres sur les chaussées en asphalte comprimé au 31 décembre 1887.

(TRADUCTION)

Il y a environ quarante ans, beaucoup des principales rues de la Cité étaient pavées en bois. La plus grande partie de ces systèmes de pavages, soit par suite de dispositions mal conçues, soit à cause de trop de complication dans leur établissement, réussirent médiocrement. Presque tous furent enlevés peu d'années après et remplacés par du pavé de pierre. En 1853, huit rues seulement restaient pavées en bois.

En 1869 un échantillon d'asphalte comprimé ayant une surface d'environ 400 yards fut posé sur la chaussée de Threadneedle street près de Finch Lane. Ce pavage qui naturellement a dû

être plusieurs fois repavé depuis son premier établissement existe encore et est dans de bonnes conditions.

Bientôt après, la propreté, l'absence de bruit, et le confort que procurent l'usage de ce pavage d'asphalte disposèrent favorablement l'opinion publique; mais certainement aussi, soulevèrent de graves objections de la part des conducteurs de voitures à cause du glissement. Les qualités de ce pavage furent alors examinées avec soin par moi; car la responsabilité de son établissement m'incombait dans une large mesure.

Ayant fait, à Paris et ailleurs, une étude attentive du pavage en asphalte, et pensant que la valeur des matériaux employés au pavage ne saurait être éprouvée trop promptement et trop complètement, je fus d'avis qu'il y avait lieu de paver Cheapside et Poultry en asphalte comprimé ce qui fut fait à la fin de l'année 1870. En 1877 et 1879 Poultry (1) ayant été élargi, on fut conduit à repaver la chaussée de nouveau en asphalte; mais sur toute la longueur de Cheapside le pavage en asphalte est tel qu'il a été placé en 1870, il y a dix-sept ans. Bien entendu, il a été depuis cette époque amplement réparé; néanmoins, depuis dix-sept ans, la chaussée n'a pas été une seule fois barrée pour une réfection générale de la surface.

Après Cheapside, beaucoup d'autres rues de la Cité ont été pavées avec l'asphalte comprimé,

(1) Marché aux volailles.

mais les objections tirées de son glissement sont sérieuses. Cependant, les pavages insonores commencent à être beaucoup demandés dans les principales rues de la Cité et les pavages en bois qui ne prêtent pas autant le flanc aux reproches de glissement recommencent à être employés. Pendant quelques années il y a eu une lutte entre le bois et l'asphalte, à qui appartiendrait la succession du granit, matière qui avant 1871 était en possession de fournir le pavage de presque toutes les voies publiques de la Cité, quand la commission a commencé à étendre graduellement l'emploi de l'asphalte.

De grandes plaintes s'étant encore produites sur le glissement de l'asphalte et des doutes s'étant élevés sur la question de savoir si ces plaintes étaient complètement justifiées la commission me renvoya l'affaire en 1873 pour avoir des renseignements au sujet des accidents survenus sur les pavages d'asphalte de bois et de granit. Ce fut pour moi une occupation de plusieurs mois dont le résultat fut mon rapport concernant les accidents de chevaux et de voitures sur les chaussées; lequel rapport fut présenté à la commission le 16 décembre 1873.

Depuis cette époque le granit a été presque entièrement remplacé par de l'asphalte et du bois dans presque toutes les grandes rues de la Cité, mais principalement par l'asphalte, qui a aussi remplacé le granit dans un grand nombre de petites rues.

La longueur totale de pavage d'asphalte et de bois existant au 31 décembre 1887 étant comme il suit :

Chaussées en asphalte	23.579 yards
Chaussées en bois.	10.898 «

Je dois faire remarquer que le bois placé dans diverses rues pendant les douze dernières années a été relevé et remplacé par de l'asphalte ; mais il n'y a pas d'exemple, à ma connaissance, qu'un pavage d'asphalte ait été relevé et remplacé par du bois dans la Cité de Londres.

Les plaintes au sujet du glissement sur l'asphalte ne sont certainement plus aussi nombreuses que précédemment : ce qui peut être attribué dans une certaine mesure à la propreté dans laquelle sont maintenues les rues de la Cité, aussi bien que l'usage de répandre du sable ou autre matière semblable, ce qui se pratique très largement lorsque la surface devient glissante par suite de la pluie ou de l'état de l'atmosphère. Mais je crois que cela est dû surtout à ce que des chevaux commencent à s'accoutumer à circuler sur l'asphalte et que par suite ils s'y meuvent avec plus de sécurité. Il sera instructif de voir la circulation qui maintenant s'effectue dans quelques unes des principales rues pavées avec cette matière, c'est pourquoi je donne en appendice une liste des rues les plus importantes avec le chiffre de leur trafic (2).

(1) Voir ci-après pièce M.

Etat des rues de Londres dans lesquelles le pavage en bois a été récemment remplacé par l'asphalte comprimé.

Whitehorse street................	490
Fore street........................	4.089
New Oxford street................	6.843
Hatton Garden.....................	4.679
Hart street.......	2.134
Leadenhall street..................	1.788
Watling street.....................	1.607
High Holborn (West).....	5.880
Middlesex Hospital...............	800
Lambs Conduct street.............	2.518
Great Ormond street.............	2.352
Minories..............................	7.000
Holborn (East).....................	5.000
Coleman street.....................	2.000
Houndsditch........................	2.500
Little Queen Street...............	2.000
Falcon Square......................	2.500
Primrose street.....................	1.000
	55.180

Soit, en nombre rond, 50.000 mètres carrés.

M

Tableau indiquant la circulation des voitures dans quelques-unes des principales rues de Londres, pavées en asphalte comprimé.

SITUATION des CHAUSSÉES	DATES des comptages (1888)	DATES de l'établissement des chaussées asphaltées	NOMBRE des voitures passant en 24 heures	LONGUEUR de la rue	Largeur moyenne de la rue
				yards	pieds pouces
Cheapside	21 février	Décemb. 1870	13.772	490	35.6
Old Broad street	23 »	Mars 1871	7.896	323	24.6
Cornhill	23 »	Mars 1872	6.633	326	28 0
Mansion house street	22 »	Juin 1872	23 332	77	50.0
Aldgate	24 »	Avril 1874	9.293	110	30.0
Fenchnrch street	24 »	Septemb. 1374	5.138	157	28.0
Newgate street	21 »	Novemb. 1876	11.967	357	32.0
Holborn viaduct	21 »	Septemb. 1882	12.762	440	50.0
Queen Victoria street (depuis Poultry jusqu'à Cannon street	21 »	Octobre 1881	10.895	290	46.0

(Traduit d'une communication obligeante de M. le colonel Haywood, ingénieur en chef des travaux de la Cité de Londres).

N

TROTTOIRS EN ASPHALTE COMPRIMÉ

Nous n'avons pas parlé dans le cours de cet ouvrage de l'application spéciale de l'asphalte comprimé au trottoir, parce que, jusqu'à présent, l'expérience ne s'en est faite que d'une façon assez timide. Le prix relativement élevé de ce système en fait nécessairement un objet de luxe, sauf en certains cas, où son utilité pratique est incontestable, comme par exemple dans les grandes gares de chemins de fer.

Dans la gare du chemin de fer de Lyon, à Paris, on a posé, il y a une douzaine d'années, sur le trottoir où se fait le service des bouillottes, une couche d'asphalte comprimé de 0,03 d'épaisseur ; le roulage des charriots à bouillottes y est des plus fatigants pour le

sol sur lequel ils circulent, à cause du faible diamètre et du peu de largeur de jantes de leurs roues; cependant l'essai a parfaitement réussi.

Déjà, il y a plus de vingt ans, un travail semblable avait été exécuté à la gare du Nord pour supporter la circulation des tricycles à bagages; le résultat a été le même.

Enfin, des portions de trottoirs ont été établies sur la voie publique dans plusieurs grandes villes, à Paris, à Lyon et à l'étranger, en asphalte comprimé, avec un plein succès. Non seulement ils ont parfaitement résisté à la circulation la plus active, mais ils présentent au pied une surface douce et agréable bien supérieure à tous les systèmes de trottoirs connus.

Cependant, l'usage ne s'en est pas répandu au-delà des quelques échantillons que nous venons de citer; ce qui tient certainement à une seule cause, et elle est grave : l'asphalte comprimé ne peut sans inconvénient se poser en couches minces; on ne doit pas, même pour un trottoir, en abaisser l'épaisseur au-dessous de 0,03. D'où, un prix relativement élevé.

Toutefois, si l'on considère, d'une part que cette épaisseur même assure une plus grande durée au trottoir ; d'autre part, que la matière de relevage a encore une valeur importante, (ce qui n'est pas par parenthèse le cas du ciment ou d'autres matériaux analogues); enfin, que le trottoir en asphalte comprimé est pour la douceur et la régularité un vrai parquet de salon, on pensera certainement que, dans un grand nombre de cas, devant certains hôtels et autour de beaucoup de monuments publics, en dépit de son prix relativement élevé, sa place est indiquée.

Nous nous bornons à signaler ce point dans une note, n'ayant pas pensé que la pratique du système fût encore assez répandue pour lui donner place dans la partie didactique de ce volume.

L. M.

O

INDICATION ET RÉGIME DES PRINCIPALES MINES D'ASPHALTE DONT LES PRODUITS SONT ACTUELLEMENT EMPLOYÉS DANS LES TRAVAUX PUBLICS.

Le nombre des gisements bitumineux industriellement exploitables est peu considérable. On en a découvert en beaucoup de contrées, et cependant très peu d'entre eux sont utilisés. Parmi ceux qui ne l'ont pas été jusqu'ici, les uns sont condamnés à une stérilité provisoire par une situation topographique qui en rend l'accès difficile et l'exploitation onéreuse ; les autres sont absolument écartés de la consommation par la présence de principes qui rendent leurs produits impropres aux usages industriels. Nous rangerons parmi les premiers certaines

mines d'Espagne, riches en bitume et d'une grande puissance, mais qui, séparées des voies de communication par des accidents de terrain inaccessibles, ne peuvent supporter les frais de transport. Nous citerons parmi les autres les calcaires bitumineux d'Auvergne, qui, soit par leur mélange avec des éléments marneux, soit à cause de leur mode défectueux d'imprégnation, ne donnent à l'application que des résultats insuffisants. Ces exemples pourraient se multiplier.

Nous ne nous occupons ici que des gisements réellement industriels.

Il importe de dire en passant que, contrairement à ce que l'on pourrait croire, l'asphalte est qualifié *mine* par la loi et non *carrière*. Voici dans quelles circonstances, cette importante classification a été faite :

En l'an V de la République, un sieur Sécrétan sollicita et obtint du Directoire exécutif la concession d'une mine de bitume située aux environs de Seyssel (Ain). L'intention de l'inventeur était d'exploiter la molasse bitumineuse et d'en extraire le bitume ou *graisse*, dont les usages étaient alors fort restreints. La concession de Sécré-

tan s'étendait de Bellegarde à Seyssel, et comprenait les deux rives du Rhône sur une largeur moyenne de 4 kilomètres.

Lorsque les applications du mastic asphaltique commencèrent à prendre de l'extension, Sécrétan ayant reconnu dans le voisinage la présence de bancs calcaires bitumineux très puissants, y ouvrit une exploitation et établit une usine de fabrication de mastic à Pyrimont. Mais quelques habitants du pays, se fondant sur ce que la concession avait été accordée pour l'extraction du bitume libre des molasses, contestèrent à Sécrétan le droit d'exploiter les bancs de calcaire bitumineux, prétendant, d'une part, que l'usage du calcaire bitumineux est tout autre que celui du bitume libre, d'autre part, que le calcaire étant une carrière et non une mine, le minerai appartenait au propriétaire du sol. Un procès s'engagea, et les parties furent renvoyées par la Cour de Lyon devant le Conseil d'État.

Le Conseil des mines, consulté, déclara que le calcaire bitumineux est une mine et non une carrière. Il émit en conséquence l'avis que la concession accordée comprenait

le droit d'extraire tous les minerais bitumineux, qu'ils fussent sous forme de sable ou sous forme de calcaire.

Le Ministre des travaux publics n'adopta pas l'opinion du Conseil des mines et se prononça en sens inverse. Mais le Conseil d'Etat ne fut point de l'avis du Ministre, et, le 19 juillet 1843, une ordonnance fut rendue (1), qui confirma purement et simplement l'interprétation du Conseil des mines.

Cette ordonnance a fixé dans la jurisprudence des mines un point important, en établissant que les matières minérales sont classées parmi les mines, minières ou carrières, non point d'après leur mode d'exploitation, mais d'après la nature de la substance exploitée.

MINE DE SEYSSEL

Le plus important et le plus connu des gisements d'asphalte est celui de Seyssel dont nous venons d'indiquer les origines. C'est aussi le plus complet ; car il renferme

(1) Voir cette ordonnance plus haut — pièce A.

à la fois le calcaire et le sable bitumineux. Il forme une immense lentille située dans le canton de Seyssel au lieu dit Pyrimont, à peu près à moitié chemin entre Seyssel et Bellegarde. (1) Cette lentille, dont une partie seulement est connue, le reste s'enfonçant sous la montagne, est coupée en deux par le Rhône. Elle est formée de huit bancs d'asphalte superposés d'une puissance moyenne de 4 m. 00 et dont la plus inférieure mesure en certains de ses points jusqu'à huit mètres de puissance.

Comme nous l'avons expliqué plus haut, les bancs d'asphalte de cette concession étaient restés longtemps sans utilisation ; on se bornait à y exploiter le sable bitumineux en vue d'en extraire le bitume employé principalement à faire de la graisse pour les roues de voitures.

Les débouchés de l'asphalte avaient donc été fort exigus pendant les années qui suivirent sa découverte à Seyssel, lorsque, vers 1838, il trouva tout à coup un aliment inattendu. On venait d'établir à Paris les premiers trottoirs, et le succès de cet essai fut

(1) Voir le plan à la fin du volume.

tel que les mines d'asphalte prirent brusquement une importance que nul auparavant n'eût songé à leur assigner.

Nous avons vu plus haut à quelles catastrophes financières aboutirent les opérations industrielles qui se fondèrent sur le nouveau système, nous n'y reviendrons pas; indiquons seulement que depuis une trentaine d'années, la mine de Seyssel, exploitée industriellement, pourvue d'un outillage perfectionné, qui a servi en grande partie de type pour les autres établissements de ce genre, produit le mastic le plus recherché dans les travaux de trottoirs ou analogues. Cette faveur tient à plusieurs causes de natures diverses. D'abord le minerai asphaltique entrant dans sa composition, bien que n'étant pas le plus riche en bitume (ceux de Ragusa et du Val de Travers lui sont supérieurs à cet égard) est le plus apte de tous à être transformé en mastic, parce qu'il est le plus intimement imprégné. Ensuite, les méthodes de fabrication y ont été sans cesse perfectionnées depuis trente ans de façon à fournir des produits absolument irréprochables. Nous ne pensons pas que la part que

nous avons prise dans la création de cet établissement nous défende de lui rendre la justice que nous lui croyons due.

Une station du chemin de fer de Lyon à Genève a été créée à Pyrimont au centre même des gisements d'asphalte, spécialement pour desservir les mines et l'usine ; cette dernière, située à 25 mètres en contrebas de la gare, est reliée avec la station par un monte-charge à vapeur qui fait tout le service des marchandises.

On peut voir, sur le plan, que les mines de Seyssel bien que situées sur le territoire du canton de Seyssel qui leur a donné son nom, sont distantes d'environ 7 kilomètres de cette ville. On s'explique ainsi facilement pourquoi leurs produits sont expédiés par la gare de Pyrimont qui est sa gare spéciale et non par la gare de Seyssel ; absolument comme les produits des mines de Blanzy sont expédiées par la gare du Montceau et non par celle de Blanzy. Cette particularité ne pouvait manquer d'être exploitée par la fraude en vue de jeter une confusion dans l'esprit des administrations dont les cahiers des charges imposent la marque *Seyssel*. Il

importait que cette obscurité fût dissipée. Il importait également dans l'intérêt de la vérité et de la sincérité des entreprises de travaux d'asphalte, que l'identité des mines de Seyssel fût bien nettement établie; ainsi qu'il a été expliqué dans ce livre le souci perpétuel des fraudeurs est de chercher à faire passer leurs produits pour de l'asphalte de Seyssel. Or le gisement qui fait l'objet de la concession de Seyssel est absolument isolé et unique de son espèce. Il n'a aucune ramification hors de la vallée étroite dans laquelle il s'étend et les gisements les plus proches comme ceux de Forens, de Chavaroche, de Lovagny situés à des distances de 25 à 35 kilomètres, présentent avec lui, tant au point de vue de la structure qu'au point de vue du grain de telles dissemblances que l'on serait tenté de croire à une différence dans le mode de formation.

Le gisement de Seyssel se compose comme nous l'avons dit plus haut de huit couches superposées s'étendant sur les deux rives du Rhône et variant entre 2^m50 et 7^m de puissance. La couche inférieure de la rive gauche dite *Nouvelle couche,* est située à 35^m00 au-

dessous du niveau moyen du fleuve. Elle atteint en certains de ses points 8m00 de puissance en asphalte parfaitement pur et homogène. C'est le plus beau banc d'asphalte connu.

L'usine de fabrication est située au centre même du gisement (voir le plan) les produits des exploitations (du moins la roche destinée à la fabrication du mastic) y convergent. — Au contraire la roche destinée à être expédiée directement, en nature, est dirigée immédiatement sur la gare.

La concession de Seyssel appartient à la Compagnie Générale des asphaltes de France dont l'administration est à Paris.

MINE DU VAL DE TRAVERS

La mine du Val de Travers, située dans le canton de Neuchatel (Suisse) fut découverte, nous l'avons dit, par le docteur d'Eyrinis vers le XVIIIe siècle ; elle est donc la plus ancienne des mines d'asphalte utilisées par l'industrie moderne : mais son exploitation fut pendant plus d'un siècle abandonnée aux

empiriques ; il en fut à peine question avant 1830, époque à laquelle se firent les premières expériences d'application de l'asphalte en nature au macadamisage des routes. Ce fut, comme on l'a vu dans ce livre, l'origine des chaussées en asphalte comprimé.

Comme tous les gisements d'asphalte connus, celui du Val de Travers est formé d'une lentille à cheval sur le fond d'une vallée et coupée en deux par un cours d'eau (la Reuse). Jusque vers 1870 ce gisement fut exploité au hameau de la Presta entre les villages de Couvet et de Travers. La roche extraite dans cette région était ferme, homogène, à grain fin et imprégnée régulièrement, quoique parfois avec trop d'abondance, d'un bitume fixe exactement semblable à celui de Seyssel.

Le filon de la Presta ayant été épuisé, on ouvrit vers 1870, plus près de Travers, un champ de recherches qui révéla un autre banc d'une étendue et d'une puissance considérables. De très importants travaux d'installation furent entrepris ; une usine de fabrication de mastic fut construite sur le carreau même de la mine et l'exploitation

placée sous une direction habile ne tarda pas à prendre grand air.

Malheureusement, le nouveau gisement ne présentait pas toutes les qualités de celui de la Presta. Le minerai, de bonne apparence dans les régions voisines du jour, finit par devenir dans une certaine mesure grossier et huileux, à mesure que l'on descendait. Le bitume d'imprégnation semblait avoir été contaminé par une invasion de pétrole. On ne tarda pas à s'apercevoir que les travaux de comprimé exécutés avec cette matière à Paris, à Londres, à Vienne et à Berlin, devenaient très sensibles à l'action de la chaleur. Pendant l'été, il s'y forma des « vagues » ou « bourrelets ». Il fallut recourir à des mélanges de ce minerai avec des roches plus pauvres dites *crappes*, puis avec des roches asphaltiques de Seyssel moins riches, dont le bitume plus dur et plus fixe et le grain plus fin corrigeaient le caractère huileux et le grain grossier de l'autre.

Cette modification dans le caractère des roches de Travers a conduit l'Administration municipale de Paris à essayer l'emploi d'autres minerais pour la construction des

chaussées en asphalte comprimé. Lorsque l'on n'y employait, comme fondations, que des bétons de chaux, on était tenu, au risque d'avoir à la surface les déformations dont nous venons de parler, de n'utiliser que des asphaltes très surchargés en bitume ; depuis qu'il a été décidé que les fondations seraient désormais en béton de ciment très dur et très solide, les asphaltes de Seyssel et ceux de Sicile tendent de plus en plus à se substituer à ceux du Val de Travers qui ont, dès lors, cessé de jouir de l'espèce de monopole que l'instabilité des anciennes fondations leur assurait. Moyennant certaines précautions prises dans la préparation et dans l'application, on est parvenu à obtenir avec des asphaltes relativement maigres, mais d'une imprégnation régulière et homogène des surfaces plus dures et beaucoup moins sensibles aux influences de la chaleur solaire.

Tout en restant l'une des sources importantes de production de l'asphalte, la mine du Val de Travers a donc perdu le privilège qu'elle avait, il n'y a pas encore dix ans, de s'imposer à tous les travaux d'asphalte comprimé. Elle est, s'il nous est permis d'em-

ployer cette expression, « rentrée dans le rang » au grand profit de la consommation qui a cessé d'être son tributaire obligé.

La concession de la mine de Travers a appartenu jusque vers 1868 à la Compagnie Générale des asphaltes ; les travaux d'exploitation en étaient à cette époque placés sous la direction de l'auteur de ce livre. Mise en adjudication par le gouvernement de Neuchâtel, elle tomba entre les mains du Crédit Foncier Suisse (aujourd'hui en faillite, croyons-nous), puis dans celles d'une Compagnie anglaise qui l'exploite actuellement. La concession expire en 1907, époque a laquelle une nouvelle adjudication aura lieu ; la propriété des mines n'étant pas perpétuelle en Suisse comme en France.

MINES DE RAGUSA (Sicile)

On a découvert il y a environ trente ans, dans le midi de la Sicile, près de la ville de Ragusa, un immense gisement d'asphalte de formation particulière et d'une très grande irrégularité d'allures. Ce gisement composé

d'une série de bancs de richesse variable superposés sans intermédiaires stériles, atteint en certaines places des puissances de 30 mètres. Cette épaisseur colossale contient des bancs bien distincts et nettement séparés, depuis la qualité noire très chargée de bitume jusqu'à la qualité très blonde que les indigènes nomment *alba* et qui n'en contient que quelques traces.

Deux de ces qualités sont industriellement utilisables. Ce sont la roche noire dont la teneur moyenne est de 14 °/o et la *gerbina* qui donne à l'analyse de 7 à 10 °/o de bitume.

Ce bitume, extrait de son calcaire par un dissolvant, est exactement semblable, par sa nature chimique, par son aspect et par sa consistance, au bitume extrait des roches de Seyssel ; ce qui permet d'opérer des mélanges entre ces deux roches en vue des travaux d'asphalte comprimé. On a obtenu également d'excellents résultats en mélangeant méthodiquement entre elles, dans des proportions indiquées par l'expérience, une certaine quantité de roche noire avec la *gerbina*. La Compagnie Limmer a employé avec succès le premier de ces mélanges à Paris, dans les

travaux de comprimé de la rive gauche et le second à Londres, dans les travaux de la Cité.

Ce qui caractérise l'allure du gisement de Ragusa, c'est la quantité extraordinaire de failles verticales qui coupent les couches, de la base au sommet, et les *rejets* nombreux que produisent d'incessantes dénivellations dans les bancs de même nature. Tel banc de roche noire, par exemple, coupé brusquement et rejeté à deux ou trois mètres en contre-haut ou en contre-bas, se trouve situé vis-à-vis un banc de *gerbina* ou d'*alba* ; il en résulte, dans les fronts d'exploitation, une bigarrure singulière et en même temps une irrégularité forcée dans les méthodes d'extraction qui, du reste, ne préjudicient en rien à la qualité de la matière.

Ces dénivellations, dues évidemment à des influences volcaniques (Ragusa se trouve à une centaine de kilomètres de l'Etna), sont la caractéristique du gisement de Sicile. Elles ne se retrouvent dans aucune des autres mines d'asphalte connues.

La mine de Ragusa est située à 22 kilomètres de la mer. Une bonne route y conduit,

sur laquelle la roche est transportée au petit port de Mazzarelli où elle s'embarque. Un chemin de fer à petite voie sera probablement installé tôt ou tard sur cette route pour le service de ces transports, car les mines de Ragusa, grâce à l'énorme masse de minerai actuellement connue et à la qualité de ce minerai spécialement propre aux travaux d'asphalte comprimé, paraissent destinées à prendre dans la suite une importance considérable. Elles arrivent d'ailleurs à point pour suppléer à l'insuffisance actuelle de qualité de la mine du Val de Travers, sur laquelle il n'est plus assez permis de compter.

Le gisement de Ragusa appartient à trois Compagnies différentes et dont les exploitations sont séparées ;

Les trois mines dont nous venons de parler sont actuellement les plus importantes qui existent, elles suffisent largement à la consommation européenne et même à celle du Nouveau Monde. Il en existe d'autres de valeur moindre, et comme étendue, et comme qualité, en France, en Allemagne, en Italie, en Espagne ; nous ne pouvons ni les décrire toutes, ni les critiquer ;

nous n'avons ici qu'à engager les personnes en situation de faire ou de diriger des travaux d'asphalte à visiter successivement celles de ces mines qui leur offriront leurs produits. Nous les avons personnellement étudiées à peu près toutes; nous avons reconnu que nulle description n'équivaut à une étude minutieuse des lieux, et que, seul, un examen attentif du minerai dans ses gisements, ainsi que des méthodes et de l'outillage de sa fabrication, doit déterminer le choix à faire entre elles. Toutes les monographies que nous pourrions en faire ne sauraient suppléer à cette indispensable visite.

P

NOTE SUR QUELQUES PRATIQUES A ÉVITER COMME NUISIBLES A LA CONSERVATION DES CHAUSSÉES DES TROTTOIRS EN ASPHALTE.

On emploie depuis quelque temps à Paris un procédé expéditif pour se débarrasser des neiges amoncelées sur les trottoirs et sur les chaussées. On se contente de saupoudrer de sel gemme la couche de neige quelle que soit son épaisseur. Il se forme alors, entre le sel et la neige, un mélange réfrigérent liquide, bien connu des limonadiers, que l'on pousse ensuite dans les égouts par un simple balayage.

On devine quelle action ce mélange à 15 ou 16 degrés au-dessous de zéro, doit exercer non seulement sur les chaussures et les pieds des passants mais aussi sur les pieds des chevaux. Il est certainement difficile d'établir par un comptage régulier les nombreuses maladies provoquées sur les gens et sur les animaux par cette pratique dangereuse, mais

il est évident que son influence sur la santé publique est des plus fâcheuses. Nous n'insisterons point sur cette influence qui n'est pas directement en question dans ce livre ; nous nous bornerons à expliquer les effets de cette pratique nouvelle sur la voie publique spécialement.

En ce qui concerne les trottoirs en asphalte, ces effets sont particulièrement déplorables. Par les moindres fentes, par les joints qui règnent le long des maisons ou des bordures, ou encore autour des grilles d'arbres, le mélange s'infiltre jusqu'au béton et produit des congélations partielles qui soulèvent l'application d'asphalte et la brisent. Sur les chaussées, la destruction est moins apparente, parce que la couche d'asphalte comprimé est plus épaisse et que le béton de ciment est plus difficilement attaqué ; mais, pour peu qu'à la surface de la couche asphaltique, il existe quelque point faible, fût-ce un fêtu de paille emprisonné dans la matière au moment de la compression, le mélange glacé y pénètre et accomplit peu à peu son œuvre de désagrégation.

Il y a donc un double motif pour qu'on

renonce à ce système détestable : un impérieux motif d'hygiène publique et un motif économique, moins péremptoire assurément, mais qui ne laisse pas d'avoir son importance, car les désordres produits dans l'entretien de la voie publique, désordres laissés, il est vrai, à la charge des entrepreneurs de la Ville, finissent toujours en fin de compte par être supportés par le budget municipal.

Nous devons ajouter que le procédé dont nous venons de parler, après avoir été essayé dans plusieurs grandes villes de l'étranger a été successivement repoussé de partout. La municipalité de Berlin, entre autres, l'a rigoureusement proscrite et, cependant, peu de capitales eussent pu mieux que Berlin s'en faire un auxiliaire utile.

Voici textuellement le règlement de police qui en a interdit l'usage.

VILLE DE BERLIN

RÈGLEMENT DE POLICE

du 28 novembre 1876

« Vu les paragraphes 5, 6 et 11 de la loi concernant l'administration de la police du 11 mars 1850.

« Le préfet de police, après avoir entendu les discussions des commissions d'arrondissement décrète ce qui suit pour la Place de Berlin :

« 1° Le répandage de sel marin, sel gemme ou sel de cuisine sur les trottoirs et gargouilles est interdit ;

« 2° Les contraventions à ce règlement seront punies par des amendes pécuniaires de 30 marks et, en cas d'insolvabilité, seront passibles d'emprisonnements correspondant à la susdite somme.

A la Préfecture de Police, le 20 novembre 1876.

Signé : Von Madaï.

Il est un autre ennemi de la chaussée que nous ne pouvons nous empêcher de dénoncer aussi. Celui-ci par exemple s'attaque, non pas seulement à la chaussée asphaltée et à la chaussée de bois, mais aux surfaces quelles qu'elles soient sur lesquelles la circulation parisienne s'accomplit, aux pavages de grès, de granit et de porphyre, tout comme aux chaussées élastiques et insonores ; nous voulons parler des freins puissants introduits récemment dans les grands omnibus à trois chevaux et qui transforment instantanément le roulement en glissement.

Ces véhicules énormes sont déjà redoutables à la chaussée par l'étroitesse relative des jantes de leurs roues, dont la largeur est

absolument disproportionnée au poids qu'elles supportent. Il en résulte qu'elles coupent et broient en quelques mois les surfaces sur lesquelles elles roulent. C'est un massacre de matériaux dont on n'ose pas tenter de chiffrer l'importance, car le calcul en serait désastreux pour les finances de la Ville.

Si l'on veut bien nous permettre de citer un second exemple tiré d'un pays qui, à défaut d'autres, peut du moins nous donner des leçons de prudence et d'économie, nous reproduirons un peu plus loin des extraits de la loi qui réglemente en Prusse cette question de largeur des roues; réglement qu'il serait bien utile d'appliquer sévèrement en France, à Paris surtout.

Cette exagération de l'étroitesse des jantes n'est pas d'ailleurs aussi avantageuse pour le tirage des chevaux qu'il semble au premier abord; car, sur les chaussées élastiques, il y a toujours une pénétration plus ou moins accentuée qui augmente la résistance de traction des véhicules et la fatigue des attelages.

Quant au frein instantané dont on a muni

récemment les omnibus à 40 places, et dont les cochers abusent d'ailleurs visiblement, ils accroissent encore l'action meurtrière des roues étroites sur les matériaux de la chaussée. Rien ne leur résiste ; il n'y a qu'à voir les feux d'artifices qui se produisent lorsque, sur un pavé en pente, le glissement se produit, pour comprendre combien les effets en sont destructifs. Sur l'asphalte et sur le bois ces effets sont absolument funestes.

Il est donc permis de considérer les omnibus à trois chevaux tels qu'ils sont construits et agencés comme un fléau pour les chaussées de Paris. Ils sont trop profondément entrés dans les mœurs parisiennes, pour que l'on puisse songer à modifier leur capacité de transport; mais, si l'on n'arrive pas à obtenir que leurs roues soient élargies en proportion de leur poids, conformément aux règles normales, c'est par millions sans doute qu'il faudra compter les dégâts qu'ils feront chaque année sur la voie publique de la capitale.

Mai 1888.

(Note de l'auteur.)

Loi portant la modification de l'édit du 17 mars 1839, concernant le roulage sur les chaussées, et de l'ordre de Cabinet du 12 avril 1840, concernant la modification du § 1, de l'édit du 17 mars 1839, quand au roulage sur les chaussées d'art.

Du 20 juin 1887.

Nous Guillaume, par la grâce de Dieu, roi de Prusse, etc., ordonnons, avec l'assentiment des deux Chambres du Landtag de la Monarchie, ce qui suit :

ARTICLE 1er.

En place des §§ 1 jusqu'à 8 de l'édit du 17 mars 1839, concernant le roulage sur les chaussées d'art. (Recueil de lois 1839, p. 80), et de l'ordre de Cabinet du 12 avril 1840, concernant la modification du § 1, de l'édit du 17 mars 1839, pour le roulage sur les chaussées d'art. (Recueil de lois 1840, p. 108), est fixé ce qui suit :

§ 1. — Pour le voiturage sur les chaussées, à toutes les voitures de charge et de camionnage, la bande ferrée des jantes ne doit pas avoir moins de 5 centimètres de largeur; en sont exceptées les voitures dont le poids total, y compris chargement, ne dépasse pas 1.000 kilog.

§ 2. — La charge limite admise s'élève, pour une largeur de ferrure de jantes de :

5	à	6 1/2 c/m...........	2.000	kilog.
6 1/2	à	10 »	2.500	»
10	à	15 »	5.000	»
15 c/m. et au dessus...........			7.500	»

§ 3.— Les charges de plus de 7.500 kilog. ne peuvent être transportées que quand elles se composent d'un poids indivisible et avec l'assentiment de l'Administration des Chaussées, et sans interruption, en tenant compte des prescriptions faites par elle.

§ 4. — Pour les voitures à 2 roues et les voitures à bascule dans lesquelles la charge repose sur deux roues, la charge maxima n'est tolérée que de moitié de celle prévue au § 2. Pourtant, avec une ferrure de jantes de 15 centimètres de largeur et au-dessus, la charge peut s'élever jusqu'à 7.500 kilog.

. . . .

§ 7. — Les conducteurs de voitures de charge et de camions sont astreints à annoncer et à prouver authentiquement le poids de la charge, sur la demande, aux employés de surveillance de l'Administration des Chaussées, ainsi qu'aux agents de la police et aux gendarmes. S'ils ne peuvent ou ne veulent pas produire ce renseignement, ils sont assujettis, accompagnés par l'Employé de l'Autorité, à conduire leur voiture dans la direction de leur voyage à l'endroit le plus proche, où l'on peut arriver à prendre le poids, et le laisser effectuer là.

Si l'on avait outre-passé la limite du poids fixé, les frais résultant pour effectuer le poids de la charge retombent sur le conducteur. Les frais occasionnés pour découvrir le poids, sont à supporter préalablement par l'Administration de la chaussés sur laquelle la voiture est arrêtée.

Le conducteur, n'a dans aucun cas, aucun recours d'indemnité de séjour occasionné pour opérer le montant du poids, contre l'Administration.

. . . .

En foi de quoi, avec notre haute propre signature et apposition du sceau-royal.

Donné à Berlin, le 20 janvier 1887.

(L.-J.) GUILLAUME.

Prince de BISMARCK, de PUTTKAMER, MAYBACH, LUCIUS FRIEDBERG, de BOETTICHER, de SCHOLZ, BRONSART de SCHELLENDORF.

(Rédigé au bureau du Ministère de l'État).

Q

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS (1)

Séance du 6 mars 1885

M. le Président donne la parole à M. Molinos, qui a quelques observations à présenter au sujet de la communication que M. Malo a faite à la dernière séance.

M. Molinos dit qu'il a lu avec un grand intérêt la communication de son ami M. Malo sur le pavage en asphalte, sur les avantages qu'il présente par rapport au pavage en pierre et sa comparaison avec le pavage en bois.

(1) Nous croyons intéressant de reproduire ici des extraits des séances de la Société des Ingénieurs Civils dans lesquelles la question des mérites comparatifs de l'asphalte comprimé et du pavage en bois a été agitée.

L'auteur de ce livre ayant fait à ce sujet à la Société une communication dont on a lu un résumé très succinct dans le IVe chapitre de ce livre (page 127) il s'en est suivi entre lui et M. Molinos, l'éminent ingénieur de la Compagnie du pavage en bois, une discussion que nous donnons ici à titre de renseignement complémentaire.

M. Molinos est presque complètement d'accord avec M. Malo sur l'ensemble des vues qu'il a présentées à la Société ; il a néanmoins quelques restrictions à faire au sujet de certaines indications relatives au pavage en bois, que M. Malo ne peut naturellement connaître aussi bien que la question des asphaltes, sur laquelle sa compétence est sans rivale.

M. Molinos pense, comme M. Malo, que le pavage en pierre est destiné à disparaître à Paris. On n'a, en effet jusqu'à présent, considéré dans ces questions qu'une des faces du problème : assurer tant bien que mal une chaussée praticable aux voitures. Mais, avec nos exigences croissantes en matière de confort, il faut désormais tenir compte d'un autre élément, l'importunité pour les habitants du bruit insupportable produit par une circulation croissante sur des chaussées sonores. Dans les rues étroites il est impossible de vivre les fenêtres ouvertes, et c'est à la fois un désagrément et une condition malsaine d'existence qu'il faut supporter pendant toute la belle saison.

M. Molinos est donc convaincu que l'avenir appartient aux chaussées qui joindront aux avantages de la douceur de la circulation, comme l'asphalte et le pavage en bois, celui

de supprimer le bruit pour les riverains. A ce point de vue, il doit d'abord faire observer que c'est le pavage en bois qui résout jusqu'à présent le mieux le problème. On peut se convaincre que dans les rues étroites et à grande circulation, comme la rue de Richelieu, par exemple, l'asphalte résonne assez sous les pieds des chevaux pour incommoder encore les habitants et rendre pénible le séjour des appartements avec les fenêtres ouvertes. Au contraire, le pavage en bois est absolument sourd. Il ne saurait donc s'associer à la répartition que M. Malo indique des rues étroites à l'asphalte, des larges chaussées au pavage en bois.

M. Molinos ne peut admettre non plus l'allégation que le pavage en bois, tel qu'il est pratiqué à Paris, trempé seulement dans la créosote, a de la propension à la pourriture. L'expérience démontre le contraire. Il a relevé lui-même à Londres des échantillons de pavés ainsi préparés et âgés de huit ans, qui étaient aussi sains que le premier jour ; pas un seul n'a montré la moindre trace de pourriture. C'est, bien entendu, ce que constatent également les sondages, faits de temps en temps à Paris sur les plus anciens pavages, qui datent maintenant de trois ans et demi.

Il a lui-même eu tout d'abord de la peine à croire à l'efficacité du système de trempage et de pénétration par capillarité de nos pavés. Mais il soumet à la Société quelques échantillons de sections de pavés, qui montrent que partout où le bois présente soit de l'aubier, soit des fibres un peu lâches, la pénétration se fait de part en part. Il est évident que la quantité d'antiseptique ainsi introduite dans le bois est suffisante pour le protéger efficacement.

M. Malo dit que le pavage en bois paraît avoir été définitivement condamné à Berlin. C'est qu'il en est du pavage en bois comme de l'asphalte. M. Malo rappelle avec raison l'histoire de l'asphalte dans ces dernières années, de la déconsidération dans laquelle ce système de pavage est tombé par suite de mauvaise exécution, conséquence d'une concurrence effrénée. Les mêmes faits se sont produits à Berlin où les travaux ont été confiés sans discernement à des marchands de bois sans expérience qui les ont mal exécutés. Nous verrons peut-être à Paris dans un avenir prochain le pavage en bois subir des insuccès, si on retombe dans les mêmes errements. Le public a pu apprécier, en comparant les résultats déplorables de l'essai fait sur la place

du Théâtre-Français avec ceux qui ont été obtenus au boulevard Poissonnière, d'abord, puis sur toutes les autres chaussées pavées en bois à Paris, l'énorme influence d'un bon ou d'un mauvais système de pavage en bois ; à Londres aussi il y a eu des échecs, mais le système Kerr, le même qui est aujourd'hui employé à Paris, y a complètement réussi et s'étend rapidement de jour en jour.

Le colonel Haywood, dont M. Malo cite l'opinion favorable à l'asphalte, fait cependant des réserves que M. Molinos lui a entendu lui-même exprimer. Il admet que, pour le cheval au trot, l'asphalte est très inférieur au pavage en bois ; mais le colonel Haywood est chargé de la voirie de la Cité. Or dans la Cité la circulation est si active que les voitures vont toujours au pas. Le colonel Haywood fait donc remarquer que l'application de l'asphalte dans la Cité ne présente pas les inconvénients qu'on peut lui reprocher dans les rues où les chevaux doivent généralement trotter. Dans tout le reste de Londres où la voirie est sous la direction de sir Joseph Basalgette, le pavage en bois prend une extension considérable et continue (1).

M. Molinos arrive enfin à une question importante, celle du prix de revient. M. Malo

(1) Voir la pièce L, page 293.

avance que le pavage en bois est plus cher que l'asphalte. C'est une erreur. Il est un fait démontré aujourd'hui par l'expérience, c'est que pour les chaussées les plus fatiguées, pour les boulevards, par exemple, la fondation en béton de 0m,15 est absolument suffisante avec le revêtement des pavés en bois de 0m,15. Dans ces conditions le prix du pavage en bois peut être évalué à 23 francs. Or, c'est le prix de l'asphalte de la rue Richelieu, et cette dernière application doit être le type de bonnes chaussées asphaltées. Si l'on tient compte que, dans le prix de 23 francs, les droits d'octroi sont compris pour les bois à raison de 9 francs le mètre cube, ou environ 1 fr. 50 par mètre carré, il faut conclure que loin d'être plus cher que l'asphalte, le pavage en bois est plutôt meilleur marché.

Quant à l'entretien, le prix stipulé pour les boulevards est de 2 fr. 95 par mètre carré et par an. Mais que coûtera une chaussée en asphalte soumise à une pareille circulation ? C'est ce que l'expérience permettra de savoir plus tard. Pour des chaussées de circulation ordinaire, le coût de l'entretien du pavage en bois peut évidemment être considérablement réduit.

En résumé M. Molinos pense comme M.

Malo que l'avenir du pavage de Paris est dans la substitution au pavage en pierre, dur et sonore, de chaussées à fondation solide, et à revêtement élastique comme l'asphalte et le pavage en bois.

Pour ce dernier, avec le système appliqué à Paris, il est absolument sain et il n'y a aucunement à se préoccuper de la pourriture ; le revêtement en bois devra être remplacé tous les 6, 7 ou 8 ans, suivant l'activité du trafic, mais seulement à cause de l'usure, et l'un des caractères les plus frappants de ces chaussées, c'est qu'elles s'usent presque uniformément.

Le prix d'établissement du pavage en bois est plutôt inférieur à celui de l'asphalte.

M. Molinos croit qu'on ne peut pas encore établir de comparaison certaine entre les prix d'entretien.

Quant aux avantages comparatifs de ces deux systèmes au point de vue de la suppression du bruit et de la sûreté du pied des chevaux, chacun peut les apprécier.

Et en concluant, M. Molinos dira, avec M. Malo, qu'il y a à Paris un vaste champ d'application où les deux systèmes doivent trouver leur place.

Séance du 10 avril 1885

Il est donné lecture de la lettre suivante de M. Léon Malo.

A Monsieur le Président de la Société des Ingénieurs civils.

Lyon, 2 avril 1885.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai pu lire aujourd'hui seulement les observations présentées dans la séance du 6 mars, par mon excellent camarade et ami, M. Molinos, sur ma communication relative aux chaussées de Berlin.

Dans ces observations, faites d'ailleurs sur le ton de la plus affectueuse courtoisie, M. Molinos a relevé plusieurs erreurs qui, selon lui, se seraient glissées dans mon travail ; il a discuté quelques-unes de mes appréciations et rectifié divers faits qui lui ont semblé inexacts. Je viens à mon tour vous prier de vouloir bien m'autoriser à insister sur la parfaite exactitude de toutes mes asser-

tions. La crise que paraît traverser en ce moment la voirie parisienne donne à cette discussion une importance qui ne permet pas d'en laisser la moindre part dans l'incertitude.

Pour plus de clarté, je suivrai pas à pas, en les redressant chemin faisant, les rectifications de M. Molinos.

M. Molinos commence par déclarer que l'asphalte est plus bruyant que le bois. Je n'ai jamais prétendu qu'il le fût moins. Je concède même avec plaisir à M. Molinos, que le pied du cheval résonne davantage sur l'asphalte que sur le bois, dans les temps froids ; mais la différence de bruit est si mince, en été surtout, où l'asphalte se ramollit toujours un peu, que les riverains empêchés par ce bruit de tenir leurs fenêtres ouvertes me paraissent avoir l'ouïe exceptionnellement sensible. Je crois que la sollicitude de M. Molinos pour ces personnes délicates lui a fait prendre l'exception pour la règle. Ce qui est intolérablement bruyant sur le pavé de pierre, ce n'est pas le pied du cheval, c'est la trépidation de la roue, et, cette trépidation, M. Molinos me l'accordera certainement, est aussi nulle sur l'asphalte que sur le bois. D'ailleurs, si la suppression incomplète du bruit des voitures est un désagrément pour les riverains, sa

suppression absolue est un danger pour les passants. Le choc du pied du cheval sur le sol est nécessaire pour avertir de l'approche des voitures, quand le bruit des roues ne s'entend pas. C'est, je crois, le *minimum* d'insonorité que permette la sécurité du piéton.

En ce qui concerne l'immunité attribuée par lui au pavé de bois à l'endroit de la pourriture, je n'ose partager les espérances de M. Molinos. Sans parler des quelques expériences désastreuses signalées à Londres, à Washington et à Berlin, où des chaussées en bois tout entières viennent d'être dépavées pour être repavées en asphalte, (je m'empresse de reconnaître que ces transformations ont été jusqu'ici peu nombreuses) (1) je crois être en droit d'affirmer que le bois de sapin employé pour ce pavage est toujours plus ou moins humide et par conséquent plus ou moins exposé à la pourriture. J'engage M. Molinos à visiter, après un orage, l'un des carrefours de Paris où le bois se soude à l'asphalte ; par exemple, la place du Théâtre-Français, au débouché de la rue de Richelieu, où les deux revêtements ont juste le même âge. Il y verra, deux heures après la pluie,

(1) Elles se sont fort accentuées depuis trois ans que cette lettre a été écrite (voir page 303).

l'asphalte comprimé sec, tandis que le bois demeurera humide deux ou trois jours encore. M. Molinos en concluera sûrement, avec moi. que l'eau qui n'a pu pénétrer l'asphalte, matière absolument hydrofuge, a imprégné profondément le bois de sapin, corps éminemment spongieux, en y introduisant des éléments plus ou moins actifs de décomposition.

Je me hâte d'ajouter que, si je cite ce fait, c'est seulement pour répondre à l'affirmation de M. Molinos et non pour faire le procès au pavage en bois, dont j'ai reconnu publiquement les grandes qualités et que je considère, non comme l'adversaire, mais comme l'allié de l'asphalte.

Au surplus, la pourriture éventuelle du pavage en bois ne m'inquiète pas précisément au point de vue des détériorations qu'elle pourrait causer aux chaussées ; ces accidents ont dû être prévus par l'entreprise : c'est une simple question d'entretien. Ce qui me préoccupe surtout, et ce que j'ai particulièrement visé dans ma communication à la Société, ce sont les dangers de l'absorption indéfiniment répétée de l'humidité atmosphérique ou pluviale par les fibres du bois et l'influence de cette absorption sur l'hygiène publique. C'est aussi la pénétration perma-

nente des liquides impurs de la rue dans cette vaste éponge et ensuite leur expiration à l'état de miasmes sous l'action du soleil. M. Molinos n'a pas abordé cette partie essentielle de ma critique; il n'en est cependant pas de plus importante à discuter; car là est, selon moi, le point faible du pavage en bois. C'est sous l'impression de cette crainte, que j'ai exprimé le vœu de voir le pavage en bois, excellent (jusqu'à démonstration du contraire) pour les grandes voies abondamment aérées, de le voir, dis-je, exclu rigoureusement des rues étroites où la circulation de l'air est insuffisante. Le compte rendu analytique de la séance du 20 février n'a pu reproduire dans leur plein les observations que j'ai faites à ce sujet. Quand M. Molinos les aura lues *in extenso* dans le Bulletin mensuel, je ne désespère pas de l'amener à se ranger de mon avis.

M. Molinos discute ensuite l'exactitude du propos attribué à M. le colonel Haywood (non par moi, qui ne l'ai point entendu, mais par M. l'ingénieur en chef Bàrabant dont je me suis borné à citer la brochure), sur la supériorité de l'asphalte comprimé en tant que revêtement des chaussées de la Cité de Londres.

M. le colonel Haywood admet, dit M. Moli-

nos, « que, pour le cheval au trot, l'asphalte est très inférieur au pavage en bois, et comme dans la Cité, ajoute-t-il, les voitures vont toujours au pas, les mérites accordés à l'asphalte par le célèbre ingénieur anglais s'en trouveraient singulièrement diminués. »

J'ai spontanément déclaré, dans ma communication, que pendant les périodes de pluie fine tombant sur la poussière limoneuse de la chaussée, c'est-à-dire pendant une moyenne de quinze ou vingt jours par année, l'asphalte devenait glissant. L'asphalte, pas plus que le bois, n'est parfait. Mais le reste du temps, quand il est sec ou largement lavé, je ne le crois pas plus glissant que le bois. Les réserves faites par M. le colonel Haywood et signalées par M. Molinos se réfèrent sans doute à ces périodes de demi-humidité, plus fréquentes d'ailleurs à Londres qu'à Paris.

Quant à l'allure des chevaux dans la Cité de Londres, il paraît que je ne l'ai pas vue avec les mêmes yeux que M. Molinos ; à moins de supposer que les cochers de *cab* ont voulu, pour me flatter, se livrer à des *fantasias* exceptionnelles, chaque fois que j'ai visité la Cité, je suis obligé de croire que, loin d'aller au pas, les voitures y marchent de façon à humilier les omnibus et les fiacres parisiens.

M. Molinos est peut-être passé seulement dans certaines rues spéciales, comme *Cheapside* ou *Lombard street*, dans lesquelles, à certaines heures d'après-midi, les policemen doivent faire ralentir la vitesse des chevaux, et même les arrêter complètement, pour permettre aux piétons de traverser sans danger la chaussée. Mais *Cheapside* et *Lombard street* ne sont pas toute la Cité. Il y a d'autres rues, même asphaltées, où les voitures marchent d'une allure aussi rapide que nulle part. Il est défendu à un homme d'esprit comme M. Molinos d'imiter cette observateur anglais qui, débarquant à Calais et ayant rencontré sur le quai une femme rousse écrivait sur son carnet de voyage que toutes les françaises ont les cheveux rouges.

Il est d'ailleurs incontestable, comme le dit M. Molinos, que le pavage en bois se répand considérablement dans les quartiers environnant la Cité ; mais il est juste d'ajouter que ces quartiers, ceux du moins qui s'étendent à l'est, sont formés de rues larges, droites, abondamment aérées, bordées de maisons basses, traversant de nombreux squares, placées en un mot dans les conditions que j'ai indiquées comme nécessaires pour que le pavage en bois y soit inoffensif à la santé publique. Ce-

pendant, en plusieurs rues *(Oxford street*, *Hart stret*, etc.), le pavé de bois a été supprimé pour faire place à l'asphalte. Les conseils de paroisses (1) ont décidé cette substitution, principalement dans l'intérêt de l'hygiène de leurs quartiers.

Une autre erreur de fait, que commet M. Molinos et que je dois redresser, non pour combattre le système qu'il défend. mais seulement pour montrer que je n'ai rien avancé que d'exact, est celle-ci : « Les travaux de pavage en bois à Berlin ont été confiés sans discernement à des marchands de bois sans expérience, qui les ont mal exécutés. »

La vérité est que pas un marchand de bois n'a fait de pavage en bois à Berlin. Ces travaux ont été exécutés par quatre entreprises spéciales, savoir :

1° *L'improved Wood paving C°* (la même si

(1) M. Molinos se trompe en attribuant à sir Joseph Bazalgette, la direction de la voirie de Londres hors la Cité. Sir Joseph Bazalgette est seulement directeur du *Metropolitain Board of Works* qui ne s'occupe que des grands travaux d'intérêt général, tels que les quais de la Tamise. les drainages, les grands percements de rues. Les questions d'entretien du pavage, de même que les travaux neufs de voirie, regardent exclusivement les ingénieurs ou architectes des paroisses, sauf le cas exceptionnel où un percement de rue traverserait plusieurs paroisses qui, alors, contribueraient, chacune pour sa quote part, aux frais de premier établissement. Mais, même dans ces circonstances, les ingénieurs de paroisses sont toujours consultés sur la nature des matériaux à employer. Au surplus, jamais sir John Bazalgette n'a fait de pavage en bois ; il n'a fait que du pavé de granit.

je ne me trompe, qui a introduit le système à Paris), a fait en 1879, le premier essai tenté à Berlin (sapin de Suède non imprégné), environ 1,000 mètres carrés.

2° *M. Guido Rütgers, de Vienne (Autriche),* grand entrepreneur de pavage en bois, a posé en 1881-1882, 8,000 mètres carrés de sapin de Bohême.

3° Une compagnie anglaise de pavage en bois imprégné (son nom m'échappe pour le moment) en a établi en 1882, 3,000 mètres carrés ;

4° Enfin, la société Kraft, de Wolgast en Poméranie, grands constructeurs de navire et paveurs en bois, a fait 28,000 mètres carrés de chaussées en sapin américain, *yellow-pin,* cyprès très résineux et non imprégné.

En tout 40,000 mètres carrés, qu'on est en train d'enlever à l'heure qu'il est pour les remplacer par de l'asphalte.

Encore une fois, je n'entends tirer de cet échec aucun argument contre le système du pavage en bois. Le bois, comme l'asphalte, a ses parasites et ses malfaçons ; tous deux ont eu leurs écoles et leurs faux pas. J'ai voulu seulement rappeler, par cet exemple, à M. Molinos que si l'asphalte ne prétend pas à la perfection absolue, le bois, même appliqué

avec tous les soins convenables ne doit pas, lui non plus, se targuer d'infaillibilité.

J'arrive maintenant à la question de prix, et je vais, monsieur le Président, prendre texte des observations de M. Molinos pour vous donner à ce sujet les indications que vous avez bien voulu, dans la séance du 20 février, me demander de fournir à la Société.

J'ai dit dans cette séance, d'une manière générale, que l'asphalte comprimé était, de premier établissement et d'entretien, moins cher que le bois; M. Molinos affirme qu'il l'est d'avantage. Je vais lui démontrer péremptoirement, je crois, qu'il a tort.

Ce me sera d'autant plus facile que je n'ai qu'à laisser parler les chiffres; des chiffres puisés dans des documents authentiques, mis à la portée de tout le monde, dans les cahiers des charges et séries de prix des deux entreprises chargées d'exécuter et d'entretenir, à Paris, l'asphalte et le pavage en bois.

Je cite donc simplement et textuellement ces chiffres :

L'asphalte de $0^m,05$ posé sur béton de ciment de $0^m,15$ (épaisseurs adoptées par la ville de

Paris pour les rues de circulation ordinaire) est payé, le mètre carré.......... 19 fr. 50

L'entretien de ces surfaces, par mètre carré et par an (après *vingt mois* en moyenne d'entretien gratuit), coûte à la ville.............. 2 » 00

Dans les rues exceptionnellement fatiguées comme les rues Richelieu, Saint-Honoré, etc., l'asphalte posé à 0m,06 d'épaisseur sur 0m,20 de béton est payé, le mètre superficiel.. 23 » 00

Le prix d'entretien est le même que pour les autres rues; soit par mètre (1)......................... 2 » 00

Le pavage en bois a été traité de gré à gré aux conditions suivantes :

Le pavage en sapin de 0m,15 d'épaisseur, posé sur béton de ciment, coûte, le mètre superficiel. 23 » 00

Son entretien est payé, avec une garantie gratuite de *six mois*, le mètre carré, savoir :

— Pour les chaussées les plus fatiguées......................... 2 » 95

— Pour les autres.............. 2 » 60

(1) Je rappelle seulement pour mémoire que les prix de premier établissement et d'entretien de l'asphalte sont frappés d'un rabais de 0 fr. 10 pour 100.

Ces prix ne sont diminués d'aucun rabais.

En résumé :

Le prix de premier établissement du pavage en bois est uniformément de 23 francs par mètre carré : c'est-à-dire le même que celui payé pour les chaussées en asphalte exceptionnellement fatiguées.

Il est de 3 fr. 50 plus fort que celui payé pour l'asphalte de la grande majorité des rues de Paris.

Le prix d'entretien de l'asphalte, par mètre carré et par an, est de 2 francs, c'est-à-dire, 0 fr. 95 de moins par mètre que la première catégorie de pavage en bois et 0 fr. 60 de moins que la deuxième.

La durée de garantie gratuite du pavage en bois est, en moyenne, de *six mois*, alors que la même garantie pour l'asphalte est de *vingt mois ;* c'est-à-dire, que la prime annuelle d'entretien du bois commence à courir six mois après la construction de la chaussée ; tandis que l'asphalte est entretenu pendant vingt mois à partir du jour de la pose, aux frais des entreprises.

Et il n'est pas à dire que le prix d'entretien, plus élevé pour le bois, correspond à une plus grande fatigue de la chaussée ; car cette fatigue est porportionnelle non point au nombre absolu de colliers, mais au nombre de véhi-

cules. Il passe peut-être moins de voitures, dans une journée, rue de Richelieu, que sur les grands boulevards ou dans l'avenue des Champs-Elysées ; mais il en passe certainement davantage dans la première de ces voies, par mètre de largeur, et certainement aussi les voitures qui y passent sont plus lourdes et plus dangereuses pour la conservation de la chaussée.

Enfin, M. Molinos fait observer que le bois paye, à son entrée dans Paris, 9 francs de droit d'octroi par mètre cube, soit environ 1 fr. 50 par mètre carré de chaussée.

Je lui répondrai que son argument est de nulle valeur ; car, à quelques centimes près, l'asphalte est soumis aux mêmes charges. En effet, l'asphalte en roche ou en poudre paye 7 fr. 50 de droits d'entrée par tonne. Si je fais le même calcul que M. Molinos et si je ramène le montant de ces droits au mètre carré de chaussée, je trouve, pour la chaussée de 0,06 d'épaisseur :

Asphalte, par mètre carré.......	0 fr. 95
Ciment du béton, 12 francs par 1000 kilogrammes par mètre superficiel de béton....................	0 fr. 40
	1 fr. 43

Total qui ne s'éloigne guère des 1 fr. 50 déclarés par M. Molinos.

Il n'est donc pas exact de dire que l'asphalte comprimé coûte plus cher que le pavage en bois ; les chiffres authentiques que je viens de citer démontrent absolument le contraire, et M. Molinos sera le premier à le reconnaître, s'il veut bien relire les documents d'où j'ai tiré mes preuves.

Telle est, M. le Président, la réponse, trop minutieuse peut-être, mais cependant nécessaire, que j'avais à faire aux observations présentées par M. Molinos. La vaste transformation qui s'opère en ce moment dans la voirie parisienne fixe sur elle, j'ai pu m'en convaincre par moi-même, la vive attention des administrations municipales étrangères. L'autorité qui s'attache aux discussions de la Société des Ingénieurs civils ne permet pas que, dans le débat ouvert chez elle sur ce sujet capital, nous laissions s'introduire et s'accréditer des erreurs de fait. C'est pourquoi je me suis laissé aller à réfuter si longuement celles que j'ai cru découvrir dans la réponse faite à ma communication par M. Molinos.

M. Molinos est un ingénieur trop éminent, il occupe dans notre profession un rang trop élevé et trop mérité, pour que cette réfutation puisse le froisser. Il l'acceptera, j'en suis sûr, avec autant de bonne grâce que j'ai mis de

bonne foi et de franchise à la faire. Il n'oubliera d'ailleurs certainement pas que, dans cette lutte tout amicale et toute courtoise, les deux adversaires sont, en fin de compte, les avocats d'une même cause : la cause de la chaussée de l'avenir contre la chaussée surannée du passé.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Léon MALO.

TABLE DES MATIÈRES

Avertissement

IV. **Applications de l'asphalte à l'état natif**

(Asphalte comprimé).

V. **Applications de l'asphalte à l'état de mastic**

VI. **Les maçonneries asphaltiques**

NOTES ET DOCUMENTS



Lyon. Imp. de A. STORCK, rue de l'Hôtel-de-Ville, 78

